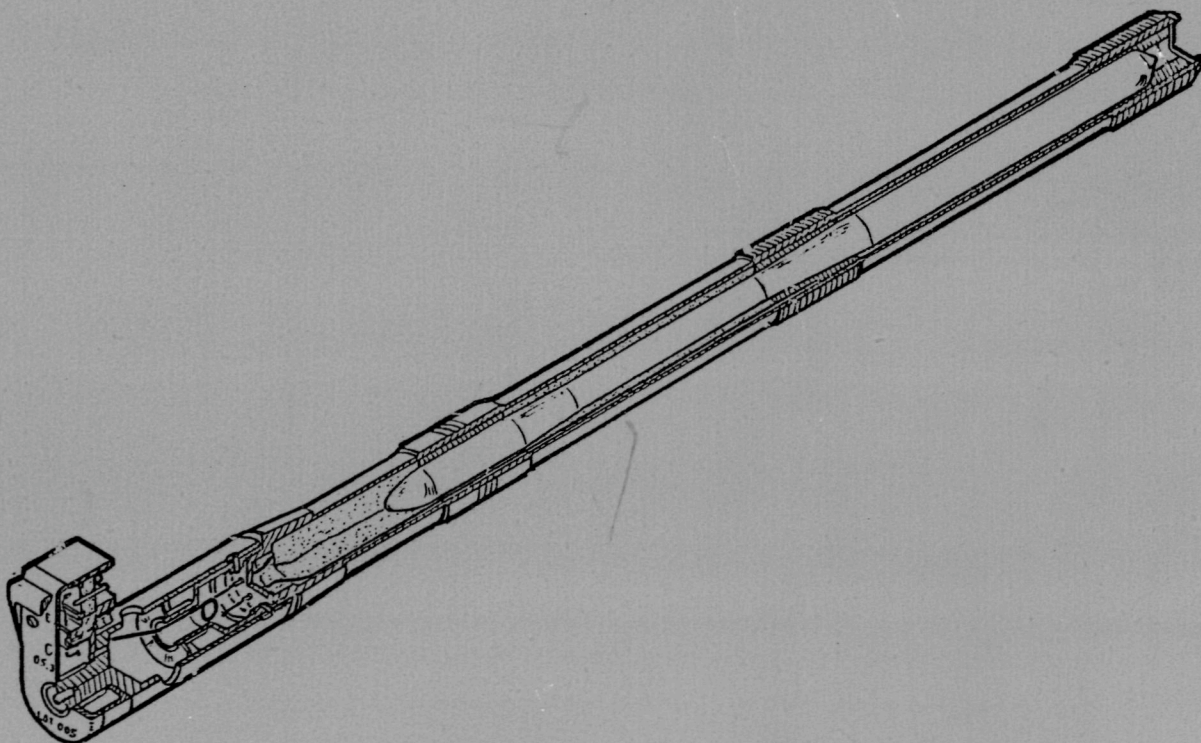


N82-21221

GRADIENT HEATING FACILITY EXPERIMENT CARTRIDGES

DESCRIPTION
ET SPECIFICATIONS GENERALES

TAF-76802



DESCRIPTION TECHNIQUE

REVISION 2

DIVISION "ANALYSE DE MISSIONS-PROSPECTIVE"

TM-76800

GRADIENT HEATING FACILITY EXPERIMENT CARTRIDGES

DESCRIPTION
ET SPECIFICATIONS GENERALES

Document n° 062 CT/SC/MB

Revision n° 2

Le Chef de la Division
"Missions Scientifiques"



J. BRETON

Le Rédacteur



G. CAMBON

DESCRIPTION TECHNIQUE

GRADIENT HEATING FACILITY (G.H.F.)

PROCEDURE NO.: EXPERIMENT CARTRIDGES

REVISION RECORD

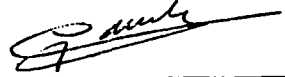
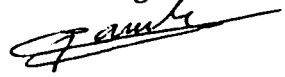
REVISION INDEX	DATE	CAUSE FOR REVISION	REVISED PAGES	AUTHORISATION
1	Dec. 78	Actualisation	9, 10, 13, 13 bis, 15, 16, 26, § 3 all	GHF Project Manager G. CAMBON 
2	Jan: 80	Actualisation	All	GHF Project Manager G. CAMBON 

TABLE DES MATIERES

1 - GENERALITES -

2 - SPECIFICATIONS TECHNIQUES -

2.1. Caractéristiques

2.1.1. fonctionnelles

2.1.2. d'utilisation (mission type)

2.2. Spécifications d'interface

2.2.1. interfaces mécaniques

2.2.2. interfaces thermiques

2.2.3. interfaces électriques

2.3. Description

2.3.1. généralités

2.3.2. cartouche chargée

2.3.3. partie haute température

2.3.4. partie basse température

2.4. Conception et réalisation

2.4.1. exigences pour la conception mécanique

2.4.2. contamination et propreté

2.4.3. compatibilité des matériaux

2.4.4. herméticité

2.4.5. contrôle des matériaux

2.4.6. spécifications de vérification

3 - ASPECTS PRATIQUES DE LA MISE AU POINT DES PROFILS THERMIQUES
EXPERIMENTAUX

3.1. Installation d'essais

3.2. Spécifications d'emballage des cartouches livrées au CNES

3.3. Organisation de la livraison des cartouches expérimentales
à l'ESA

3.4. Nombre de modèles à fournir

3.4.1. Modèles à fournir au CNES

3.4.2. Planning

4 - MISSION ASSURANCE VERIFICATION CONTROL

4.1. Purpose

4.2. Mission assurance management

4.3. Mission assurance requirements and approach

4.4. Mission assurance engineering

4.5. Mission assurance verification control

.../...

5 - TEST PLAN

5.1. Thermal test cartridges

5.2. Qualification model

5.3. Flight model

5.4. Ground reference test cartridges

5.5. GHF experiment cartridges test plan

APPENDIX A . to ^G_E

ANNEX 1 TO 8

TABLE DES MATIERES (suite)

- ANNEXE 1

Schémas mécaniques et électriques

- ANNEXE 2

Modèle mathématique simplifié de l'ensemble four + cartouche

- ANNEXE 3

Caractéristiques des amplificateurs des thermocouples
des cartouches

Types de thermocouples utilisables

Caractéristiques de la prise électrique

- ANNEXE 4

Matériaux utilisables pour réaliser la nacelle Haute
Température

- ANNEXE 5

Définition de l'interface thermique cartouche-four sur le
puits thermique

- ANNEXE 6

Interprétation de la spécification concernant le taux
d'évaporation

- ANNEXE 7

Instruction de câblage de la "TETE DE CARTOUCHE" par
F. de BENTZMANN

- ANNEXE 8 - Planning

V O C A B U L A I R E

- CARTOUCHE : Ensemble complet représenté Table 1
- NACELLE H.T. : Nacelle haute température ; c'est l'enveloppe externe de la zone haute température de la cartouche
- CREUSET : Désigne le conteneur de la partie expérimentale
- AMPOULE : Idem
- MATERIEL
EXPERIMENTAL : Désigne tout l'ensemble des composants constituant la partie interne de la nacelle H.T.
- MODELE : Un modèle d'expérience scientifique à réaliser dans le four du G.H.F. est composé de trois cartouches identiques, faisant partie d'un même lot de fabrication.

Les modèles de qualification et de vol sont réalisés obligatoirement dans un même lot de fabrication. Ils sont identiques à tout point de vue au niveau de la fabrication.

.../...

*Kerol*PREAMBULE -

It has been decided from March 79 and along the 1979 year that the Experimenters using the Gradient Heating Facility will have to provide their experiments at DFVLR via CNES Toulouse.

CNES will be responsible for GHF experiment accommodation (timeline, electrical peak power, energy consumption, heat rejection, etc ...) and supply of dedicated experiment documentation such as MA doc, drawings, tests doc., etc ... to DFVLR and MBB.

CNES will be also the mandatory passage point for each experiment before delivery to DFVLR. So this revised document tries to show how this task will be assumed at CNES Toulouse for different kinds of experiment models.

It must be clear that all procedures and corresponding tests has to be taken into account and assumed by the Experimenter or his representative personnel who will have to write the tests reports and deliver them as soon as possible (one to five days max.) to CNES representative personnel.

At least, this document, written in French for a part and in English for the other part should be re-written in English later, when it will be approved by DFVLR.

S P E C I F I C A T I O N

CARTOUCHE EXPERIMENTALE POUR FOUR SPACELAB "G.H.F."

AVANT PROPOS -

Cette spécification ne peut être comprise qu'après lecture du document "Gradient Heating Facility" General Description (C.N.E.S. - Janv. 78).

1 - GENERALITES -

Pour faciliter la conception mécanique et thermique d'une expérience scientifique utilisant le dispositif "Gradient Heating Facility" (G.H.F.) intégré dans le "Material Science Double Rack (M.S.D.R.)" désigné aussi par Space Processing Laboratory (S.P.L) du Spacelab, il est apparu nécessaire de concevoir un moyen expérimental présentant des interfaces simples. C'est une cartouche, de géométrie externe standard et indépendante du type d'expérience à réaliser.

Le but de cette spécification est de définir les cartouches expérimentales compatibles avec le four G.H.F., tout en respectant les contraintes de sécurité liées à l'utilisation du Spacelab. Elle permet aux expérimentateurs de concevoir, réaliser et tester la partie chaude de la cartouche dite "Nacelle Haute Température" (ou nacelle H.T.). Cette spécification est compatible avec la spécification de sécurité applicable aux missions "Shuttle" :

- "Safety Policy and Requirements for Payloads using the Space Transportation System" du NASA Headquarter, Office of Space Flight, Juin 1976.

.../...

Il a été tenu compte des critères de définition des documents suivants

- Spacelab Payload Accomodation Handbook (ESA/NASA - 30 Juin 1977)
- S.T.S. Payload Safety Guidelines Handbook (NASA - J.S.C. 11123)
- Manned Spacecraft Criteria and Standards (NASA - J.S.C.M. 8080 Feb. 1976)
- Gradient Heating Facility - General Description (CNES - Janv. 78).

22 [- GEN - RE - 007

2 - SPECIFICATIONS TECHNIQUES -

2.1. Caractéristiques

(Voir Table 1).

2.1.1. Caractéristiques fonctionnelles

2.1.1.1. Adaptation de l'expérience scientifique au four du G.H.F.

- Adaptation mécanique

La cartouche assure le maintien en position du matériel expérimental pendant toute la mission (opérations sol et vol) et son positionnement correct dans le four du G.H.F.

- Adaptation thermique

La cartouche assure un couplage thermique entre le matériel expérimental d'une part et les différentes zones du four (puits froid, diffuseurs) d'autre part. L'ensemble nacelle H.T. + matériel expérimental doit assurer le champ thermique recherché pour un flux thermique minimum.

.../...

- Adaptation électrique

La connexion des capteurs électriques internes au montage expérimental est assurée par une prise électrique qui réalise la liaison vers les amplificateurs de mesure expérimentaux.

Le câblage des courts-circuits sur les prises électriques permet l'affichage électrique du numéro de référence de l'expérience scientifique et l'appel du programme de chauffage correspondant.

La limitation de la température maximum de chaque diffuseur en fonction de la nature des matériaux constituant la nacelle H.T. est assurée par le câblage d'une résistance sur le connecteur de la cartouche.

2.1.1.2. Manipulation

Les opérations à effectuer par le "Payload Specialist" pour le chargement et le déchargement du four, le stockage des cartouches, l'affichage du programme de chauffe ont été prévues simples et indépendantes de l'expérience à effectuer.

2.1.1.3. Protection du four - sécurité

La nacelle H.T. assure la protection du four contre toute contamination intérieure éventuelle, et maintient le confinement des matériaux dangereux utilisés dans les montages expérimentaux pour toutes les conditions d'environnement de la mission.

2.1.1.4. Protection de l'expérience - sécurité

La nacelle H.T. doit assurer la protection du montage expérimental contre toute contamination extérieure telle que : poussières, oxydation, humidité, dépôts graisseux, etc ...

.../...

2.1.2. Caractéristiques d'utilisation

2.1.2.1. Mission_type

La conception des cartouches sera telle que les modèles de vol devront être capables d'assurer les fonctions spécifiées au § 2.1.1. durant la mission décrite ci-dessous :

- cycle de recette selon les spécifications du CNES négociés avec DFVLR/MBB
- durée de stockage selon les spécifications du CNES ou de l'expérimentateur négociées avec DFVLR/MBB
- conditions d'environnement selon les spécifications du DFVLR/MBB
- opérations en vol selon les spécifications du DFVLR/MBB
- un cycle expérimental pouvant comporter les événements suivants :
 - . températures maximales supérieures de 50°C aux températures programmées
 - . gradients thermiques : $120^{\circ}\text{C}.\text{cm}^{-1}$ sur 10 cm
 $200^{\circ}\text{C}.\text{cm}^{-1}$ sur 5 cm
 - . vitesse de montée en température : $1,5^{\circ}\text{C}.\text{s}^{-1}$
 - . refroidissement par injection d'hélium dans le four sous une pression pouvant atteindre 10^{+4} Pa, les températures de cartouche étant supérieure de 50°C aux températures nominales
 - . extraction de la cartouche du four en utilisant un levier capable d'exercer un effort de 250 daN, après retour à température ambiante
 - . pression nominale dans le four : 10^{-3} à 10^{-4} Pa à chaud

.../...

2.2. Spécifications d'interface

2.2.1. Interfaces avec le four du G.H.F.

2.2.1.1. Interfaces mécaniques

R1 [Les cartouches devront être conformes aux plans C.N.E.S. A1.108.00.000 indice C et CENG/SAPTA 400.000 indice B plus détails associés situés en Ann. 1
R2 [La longueur et les diamètres de la nacelle haute température sont des limites à ne pas dépasser. Examiner avec précaution les plans 400 000 à 403 000 joints en annexe.

R1 [Les surfaces coniques de la cartouche et du four seront pressées l'une contre l'autre par une force longitudinale de $20 \text{ daN} \pm 10 \text{ daN}$ toutes tolérances comprises. Cette force est générée par la compression de la partie basse température après fermeture de la porte du four.

2.2.1.2. Interface thermique

Les échanges thermiques conduisant aux températures et gradients recherchés se font essentiellement par rayonnement entre les blocs diffuseurs de chaleur et la cartouche et par conduction à la connexion entre la partie conique de la nacelle H.T. et le puits de chaleur.

R2 [Une conception de cartouche prévoyant un accostage à chaud entre la nacelle H.T. et les blocs diffuseurs par dilatation différentielle ou autre procédé serait possible mais n'est pas retenue dans cette spécification pour des raisons de sécurité.

Un modèle mathématique simplifié du four permettant une conception préliminaire de l'ensemble "nacelle H.T. + matériel expérimental" est donné en Annexe 2.

Ce modèle est suffisant pour évaluer la faisabilité d'une expérience dans le four G.H.F.

Le four est conçu pour recevoir trois cartouches identiques excepté les mesures électriques internes qui peuvent être différentes d'une cartouche à l'autre. Toute autre utilisation du four doit être proscrite.

Le traitement de surface de la partie conique de la nacelle H.T. devra assurer une conductance thermique de contact supérieure à

1 W/°C pour des flux thermiques supérieurs à 50 W. En aucun cas la température de la partie basse température de la cartouche ne devra atteindre 70°C.

Le flux thermique transmis au puits froids par l'ensemble des trois cartouches sera inférieur à 200 Watts.

2.2.1.3. Interface électrique

Les fonctions électriques définies au § 2.1.1.1. sont réalisées grâce à la fiche électrique de la partie froide. Le câblage de ces fiches est défini sur le plan CNES A1.105.01.005A donné en annexe 1.

Le choix de la valeur de la résistance de limitation de température et le câblage de cette fiche seront effectués par le C.N.E.S.

Pour le choix et le montage des capteurs électriques montés dans les cartouches, les caractéristiques des amplificateurs de mesure sont donnés en annexe 3.

Isolement par rapport à la masse des capteurs :

> 1. M Ω à température ambiante

> 1. k Ω à 1200°C

.../...

2.3. Description

2.3.1. Généralités

Toute cartouche expérimentale pour le four G.H.F. sera conforme à la description donnée dans ce paragraphe afin d'obtenir les caractéristiques fonctionnelles et d'interface spécifiées aux § 2.1.1. et 2.2.

Les paramètres suivants varieront d'une expérience à l'autre :

- programme des températures à atteindre et des gradients à réaliser
- flux thermiques dans le matériel expérimental
- matériaux en présence à l'intérieur des cartouches
- pression internes développées
- chaleurs de réaction
- mesures électriques à effectuer sur le matériel expérimental
- assemblage nacelle H.T./matériel expérimental.

Des variantes sont prévues pour adapter les cartouches aux conditions de chaque expérience et aux possibilités de réalisation des laboratoires qui développent les expériences. Ce sont :

- la nature des matériaux constituant la cartouche
- les traitements de surface sur les différentes zones
- l'épaisseur du métal constituant la nacelle H.T.
- le nombre de traversées électriques
- les méthodes de réalisation et d'assemblage
- les méthodes et techniques de contrôle des constituants
- la possibilité d'utiliser une pression partielle de gaz neutre, hélium ou argon, dans la cartouche.

.../...

D'autres options, sur la nature des traversées électriques, sur l'étanchéité et sur le diamètre extérieur ou le dessin de la nacelle sont possibles, mais ne sont pas décrites ici. Les propositions éventuelles devront être présentées au CNES pour étude.

Dans tous les cas, les choix effectués devront conduire à un ensemble "nacelle H.T. + matériel expérimental" conforme aux spécifications des § 2.1. , 2.2. et 2.4. du présent document.

A titre d'exemple, nous donnons en annexe 4 les principales caractéristiques mécaniques de deux matériaux utilisables et en annexe 3 les références d'une fiche d'interface et de thermocouples qualifiés pour cette utilisation.

2.3.2. Cartouche chargée

La table 1, située en annexe 1 montre l'ensemble de la cartouche et l'enveloppe d'un montage expérimental.

Une cartouche est composée de deux parties principales assemblées mécaniquement :

- la partie haute température, qui constitue la zone expérimentale proprement dite
- la partie basse température qui assure certaines fonctions d'interface avec le four et qui sera utilisée pour les manipulations et les marquages (Table 2).

Lorsque la cartouche est en place dans le four, la portée conique de la partie haute température est connectée thermiquement au puits de chaleur, tandis que la partie basse température est connectée électriquement avec le câblage du four.

La table 3 montre la partie avant du four lors de l'introduction d'une cartouche, et la table 4 montre la situation porte refermée.

2.3.3. Partie haute température

R₁ [Le plan CENG-SAPTA n° 400 000 indice B situé en annexe 1 définit dans le détail la partie haute température de la cartouche. Elle est constituée d'une enveloppe métallique, ou nacelle réfractaire, qui réalise l'interface mécanique et thermique entre le four et le montage expérimental. Un ou plusieurs matériaux assurent l'interface nacelle réfractaire/creuset expérimental. Un revêtement de surface est appliqué sur la partie conique (voir § 2.3.4.5.) et annexe 5.

R₂ [Les dimensions extérieures et les tolérances, sont celles du plan SAPTA n° 400 000 B avant que la cartouche n'ait subi de cycle thermique. Après exécution du cycle thermique expérimental, les tolérances sont indiquées en 2.4.1.2.

R₃ [Il est prévu, nominalement, de sceller la cartouche sous un vide meilleur que 10^{-2} Pa, soit par brasure, soit par faisceau d'électrons, après dégazage prolongé à la température maximum, compatible avec les matériaux de tous les constituants du montage. (La brasure ne peut se concevoir qu'au niveau de l'assemblage du bouchon).

Il existe la possibilité de réaliser des mesures physiques (température, résistance électrique, mesure de potentiel, etc ...) au sein de la nacelle. Des sorties hermétiques peuvent être prévues au nombre maximal de 3 couples pour une cartouche, les 2 autres ne pouvant recevoir que 2 thermocouples.

La solution nominale prévue pour la FSLP est d'effectuer de 0 à 3 mesures de températures pour l'ensemble des 3 cartouches à l'aide de thermocouples platine - platine rhodié 10 % isolés de la masse et protégés par une gaine en platine faisant office de blindage électrique.

Une extension à 6 mesures est possible pour utiliser les capacités maximales des fiches électriques. Les trois voies supplémentaires permettent d'utiliser des thermocouples Chromel-Alumel.

R.1 { La mesure de température par thermocouple étant relative, il est recommandé à l'expérimentateur de prendre des précautions pour réaliser ses propres mesures: La référence de température pourra indiquer une température différente de celles obtenues sur les connecteurs de cartouches si ces derniers subissent un échauffement dû à une mauvaise conception de la cartouche.

Pour certaines applications, si l'expérience scientifique le permet, il a été prévu de sceller les cartouches sous une pression partielle d'hélium (≥ 10 torr) ou un mélange argon + hélium. La présence de ces gaz peut améliorer les caractéristiques thermiques de la nacelle + chargement H.T. en augmentant les conductances thermiques entre les différents éléments constitutifs.

- R.2 {
- . Les constantes de temps thermiques dans la nacelle H.T. peuvent ainsi être réduites dans de grandes proportions.
 - . La recherche et la mesure des fuites de la nacelle H.T. peuvent être ainsi grandement facilitées et le temps correspondant à ces opérations peut être diminué de plusieurs jours.
 - . Il est également demandé que la fourniture des cartouches scellées soit faite dans les plus brefs délais (inférieur à une semaine) afin de permettre la détection de fuites fines.

2.3.4. Partie_basse_température

2.3.4.1. Conception_générale

La partie basse température de la cartouche assure l'adaptation de la partie haute température au système d'extraction de l'ensemble cartouche. Elle assure les interfaces, mécanique et électrique, avec la partie basse température du four. Elle est constituée de matériaux métalliques à l'exception de l'isolant de la fiche électrique de raccordement et de l'isolant des thermocouples.

La Table 2 située en annexe 1 montre, en vue éclatée, les principaux composants de ce sous-ensemble. Le plan CNES A1 108.00.000 indice C donne les cotes et les tolérances. Les dessins de détail de cette partie seront communiqués ultérieurement.

2.3.4.2. Aspect_extérieur

La partie basse température de la cartouche assure le prolongement de la partie haute température jusqu'à la face avant du four.

Une fiche électrique identique sur toutes les cartouches assure la liaison électrique des thermocouples éventuels situés dans la cartouche, au câblage général du four aboutissant sur une prise flottante.

C'est par la partie basse température que l'astronaute manipulera la cartouche en utilisant des gants appropriés.

Sur l'embout de la cartouche, on devra lire le numéro de l'expérience, le numéro de la cartouche, son lotissement et sa date de fin de contrôle (voir plan CEA-CENG SAPTA 404.002 B modifié par le CNES).

.../...

Deux dispositifs d'extraction sont prévus :

- dispositif d'extraction manuelle : il sert à débloquer la cartouche dans le cas peu probable de collage ou coincement ponctuel de celle-ci.

Il est constitué d'un anneau rabattable qui communique en fin de mouvement une force d'extraction suffisante pour décoller la cartouche. Un mouvement de traction est ensuite nécessaire pour extraire la cartouche du four. En position cartouche dans le four cet anneau est rabattu et bloqué en position relevée pour éviter les mouvements parasites et les chocs (cf. Table 3) ;

- dispositif d'extraction mécanique : cet outillage s'adapte sur la partie avant de la cartouche et vient s'appuyer sur la face avant du four. L'utilisation de cet outillage est très exceptionnelle et ne devrait même jamais être pratiquée. Toutefois, le risque de déformation d'une cartouche n'étant pas nul, il est nécessaire d'avoir un moyen pour communiquer une force de traction supérieure à celle qui peut être exercée par l'anneau d'extraction manuelle. Cette force sera limitée à 250 daN avec une course de 30 mm.

e2 [- pour la mission FSLP il n'est pas prévu d'embarquer un tel outillage.

2.3.4.3. Orientationdelacartouche

L'embout spécial de la cartouche joue le rôle de doigt d'orientation avant que la fiche électrique s'engage dans la prise flottante du four.

Détrompage

e2 [Un détrompage mécanique interdit le montage erroné des cartouches pour une même expérience.

.../...

2.3.4.4. Fiche de connexion électrique

Cf. plan CNES A1 105.01.005A en annexe 1.

Cette fiche est montée fixe dans l'embout spécial de la cartouche. Elle possède neuf (9) contacts électriques qui permettent le raccordement de 6 thermocouples avec leur blindage en accord avec le plan de câblage CNES.

Il est prévu d'afficher le numéro de l'expérience directement par câblage logique au sein même de la prise de connexion électrique de la cartouche.

Ce dispositif augmente la fiabilité globale et diminue les opérations de vérification et d'affichage du n° du profil thermique à réaliser.

2.3.4.5. Dispositifs de compensation

Compensation de longueur

R.2
R.1 { Afin de diminuer la résistance thermique entre la cartouche et le puits froid, les surfaces en contact sont coniques. La zone conique de la cartouche est recouverte d'un dépôt mince de résine silicone conformément au plan en vigueur.
La force longitudinale assurant le contact est exercée par la porte du four, en position fermée, par l'intermédiaire du dispositif de compensation de longueur. L'élasticité du montage est assurée par un empilement de rondelles élastiques, de raideur appropriée ($\sim 15 \text{ daN mm}^{-1}$).

Compensation d'orientation et d'alignement

La souplesse relative de la partie avant de la cartouche compense les défauts éventuels d'orientation de la prise électrique.

Cette souplesse compense également les micro-défauts de parallélisme et de position des axes de la prise et de la cartouche.

.../...

Remarque importante

Les prises électriques sont engagées sur plus de la moitié de leur longueur lorsque l'astronaute a engagé les cartouches à fond. Lorsque la porte est rabattue et bloquée en position fermée, celle-ci exerce un effort de poussée sur chaque cartouche et place la connexion électrique dans sa position définitive.

Le système est donc conçu pour n'exercer aucun effort anormal sur les prises ; la prise flottante n'est jamais bloquée et par conséquent aucun effort anormal ne s'exerce sur les contacts.

Lors de l'ouverture de la porte, les parties basse température des cartouches exercent un effort de poussée sur celle-ci et facilitent son ouverture au même titre que le joint d'herméticité.

Le raccourcissement de la partie avant de la cartouche, de l'ordre de 1 mm est limité à 2,5 mm. Le câblage des thermocouples doit donc présenter une souplesse suffisante pour absorber cette déformation.

2.3.4.6. Sécurité électrique

Le risque de surchauffe d'une cartouche est gardé sous contrôle :

- nominale, par le logiciel, du programme de régulation de température
- en redondance par une sécurité dite "directe" objet de ce paragraphe qui a pour effet d'arrêter la puissance électrique de chauffage en cas de panne de la régulation.

La valeur du seuil de déclenchement de cette sécurité est choisie pour une température des blocs chauffants supérieure de 50°C aux températures programmées pour l'expérience en cours. Ce seuil est réglé par une résistance électrique, câblée dans les embouts électriques des cartouches. Le petit nombre de composants de la sécurité "directe" permet une fiabilité élevée.

.../...

2.3.4.7. Assemblage des zones haute et basse température

2/ Assemblage coulissant verrouillé par goupille. Les réalisations des parties haute température + montage expérimental, d'une part et basse température, d'autre part, peuvent être dissociées. La partie basse température étant indépendante de l'expérience à réaliser, une production de série a pu être envisagée.

Pour la FSLP, le CNES a développé le nombre de parties "basse température" adéquat pour chaque expérience :

- un lot de 3 têtes pour cartouches de tests thermiques
- un lot de 3 têtes pour cartouches de qualification
- un lot de 3 têtes pour cartouches de vol.

Ces parties "basse température" (ou têtes de cartouches) seront mises à la disposition de chaque expérimentateur scientifique dès que ce dernier en exprimera le besoin.

2/ Ces parties "basse température" étant la propriété du CNES elles seront rendues à cet organisme à la fin de l'expérimentation.

Enfin, si l'Expérimentateur a des difficultés pour mettre en oeuvre correctement ce matériel, il pourra demander à un "sous-traitant" agréé du CNES de le faire sur le Centre de Toulouse même. Dans ce cas, l'Expérimentateur supportera les frais correspondants.

.../...

2.4. Conception et réalisation

2.4.1. Exigences pour la conception mécanique

Les cartouches devront supporter les conditions d'une mission définie au § 2.1.2.1. sans déformation inacceptable, changement des caractéristiques thermiques, défaut d'étanchéité, perte de débris ou particules susceptibles d'endommager le Spacelab ou l'Orbiter ou d'être dangereux pour l'équipage.

2.4.1.1. Critère de contrainte

Coefficients de sécurité :

- 2,0 sur la limite élastique
 - 3,0 sur la limite de rupture
- } pour les efforts s'appliquant
} moins de cinq minutes dans
} le cas le plus sévère

Fluage : Il faut tenir compte du fluage des matériaux constituant la nacelle haute température dès que les durées d'expérimentation aux hautes températures dépassent cinq minutes.

Pour une durée d'expérimentation :

- inférieure à 50 h, on dimensionnera pour une rupture en fluage en 100 h
- comprise entre 50 et 150 h, on dimensionnera pour une rupture en fluage en 500 h.

On prendra pour les calculer un coefficient de sécurité de 3 sur les efforts développés pendant la réalisation du cycle expérimental.

.../...

2.4.1.2. Critère de déformation

Pour éviter des dégradations du four ou de la cartouche lors de l'extraction, un cycle expérimental nominal ne doit pas entraîner de déformations supérieures aux valeurs suivantes :

- ovalisation inférieure à 0,1 mm au droit des portées de chauffage
- déformations axiales ou longitudinales (étirage, flèche) inférieures à 0,2 mm, cartouche sortie du four.

Ces deux critères de déformation et de contrainte n'étant pas obligatoirement compatibles on se placera toujours dans le cas le plus défavorable (les déformations résultant du fluage des matériaux sont à considérer dans ce critère).

2.4.2. Contamination et propreté

2.4.2.1. Evaporation

Afin d'éviter une dégradation des caractères thermo-optiques du four, l'épaisseur du matériau évaporé à la surface de la cartouche devra être inférieure à 10^{-1} nm par heure de fonctionnement à la température maximale (température nominale + 50°C), la pression dans le four étant inférieure à 10^{-3} Pa.

(cf. Annexe 6)

2.4.2.2. Dégazage

Le taux de dégazage des 3 cartouches doit être inférieur à 10^{-6} torr.l.s⁻¹ après 30 mn de pompage à température ambiante.

.../...

2.4.2.3. Produits de nettoyage

Les produits chlorés sont interdits pour le nettoyage des composants haute et basse température (à titre d'exemple, on peut utiliser l'acétate d'éthyle). Après tout nettoyage avec l'agent adéquat, un rinçage à l'alcool (cf. annexe "Compatibility data of various solvents with materials") est obligatoire.

2.4.2.4. Propreté des surfaces

Les surfaces extérieures des cartouches ne doivent comporter aucune trace visible à l'oeil nu, de contamination ou de poussière, lorsqu'elles sont examinées sous un éclairage de 540 à 1600 lumens /m² à une distance de 0,3 à 0,6 m.

2.4.3. Compatibilité des matériaux

2.4.3.1. Matériaux du montage expérimental

Les matériaux constituant le montage expérimental doivent être compatibles avec les matériaux constituant la nacelle H.T. - y compris les brasures ou les capteurs électriques internes à la cartouche - pour toute la mission définie en 2.1.2.1.

2.4.3.2. Matériaux constituant la nacelle H.T.

Les matériaux constituant les portées de chauffage de la nacelle H.T., compte tenu d'éventuels traitements de surface, devront être compatibles avec le niobium des diffuseurs de chaleur du four G.H.F. pour la gamme des températures prévues + 50°C (la température des diffuseurs variera de l'ambiante à 1250°C + 50°C).

2.4.4. Herméticité

Les fuites totales sur la cartouche devront être inférieures à 10⁻⁸ torr.l.s⁻¹. Les documents fournis au CNES devront faire apparaître la procédure et les résultats de l'essai.

.../...

2.4.5. Contrôle des matériaux

2.4.5.1. Objectifs du contrôle des matériaux

R.2 [Obtenir l'assurance que les caractéristiques des matériaux utilisés pour la réalisation des cartouches "Modèle de Vol" permettront de satisfaire aux exigences des § 2.1.1.3. et 2.4.1. à 2.4.4. inclus ainsi que les objectifs d'Assurance Mission.

Les caractéristiques énumérées dans ce chapitre devront être connues pour la gamme des températures prévues + 50°C.

2.4.5.2. Contrôle des caractéristiques fonctionnelles

Les caractéristiques suivantes devront être connues pour chaque modèle :

- Pour les matériaux du montage expérimental :
 - . Conception mécanique et thermique
 - . Pressions de vapeurs (ou limite supérieure si les effets sont négligeables), nature et quantité des gaz éventuellement libérés
 - . Réactions chimiques éventuelles et chaleurs de réaction
 - . Capacités calorifiques et conductibilité thermique
 - . Coefficients de dilatation linéaires et connaissance des jeux et tolérances
 - . Caractéristiques mécaniques des creusets étanches éventuels
- Pour les matériaux constituant la nacelle H.T. :
 - . Limite élastique (contrainte, allongement)
 - . Limite à la rupture (contrainte, allongement)
 - . Module d'Young
 - . Caractéristiques de fluage

.../...

- . Caractéristiques d'évaporation et de dégazage
 - . Capacité calorifique, conductibilité thermique, propriétés thermo-optiques
 - Pour les matériaux constituant la partie B.T. :
 - . Définition des matériaux, référence des fournisseurs, procédés de préparation.
 - Pour l'ensemble des matériaux concernant la cartouche, études des caractéristiques de compatibilité découlant des exigences du § 2.4.4. et spécification découlant des

R.2 { GEN-RE-007 : Safety requirements and implementation procédure
 GEN-RE-002 : Interface verification specification -
 HDBK 527
- 2.4.6. Spécifications de vérification

2.4.6.1. Généralités

Le CNES ne vérifiera que le respect des spécifications qui contribuent à la sécurité du four.

Le respect des spécifications de sécurité liées à l'expérience elle-même, et vis-à-vis de l'équipage ou des opérateurs au sol est de la responsabilité de DFVLR/MBB.

2.4.6.2. Vérifications effectuées par le CNES

R.2 [Avant d'effectuer toute vérification, le CNES s'assurera que les vérifications précédentes ont été faites par l'Expérimentateur (calcul des efforts, contraintes, déformations, chaleurs de réaction, etc ...).

Les expérimentateurs devront fournir avant essais les procès-verbaux de contrôle des caractéristiques fonctionnelles décrites au § 2.4.5.2. On indiquera les procédures exactes des contrôles effectués.

.../...

Le CNES vérifiera les caractéristiques suivantes :

- Caractéristiques géométriques

Avant chauffe : respect des tolérances mécaniques spécifiées sur les plans.

Après chauffe : respect des tolérances, sur les déformations spécifiées au § 2.4.1.2.

- Caractéristiques de contamination et propreté

Dégazage : les trois cartouches seront dégazées sous vide à température de 20°C. On mesurera le taux de dégazage qui devra être inférieur à 10^{-5} torr.l.S⁻¹ au début d'expérience et inférieur à 10^{-6} torr.l.S⁻¹ après 30 mn.

- Caractéristiques d'herméticité

L'herméticité de la nacelle H.T. pourra être vérifiée par la technique de resuage d'hélium, la fuite globale devra être inférieure à 10^{-8} torr.l.S⁻¹. Le CNES se réserve le droit d'utiliser une technique différente éventuellement.

- Caractéristiques fonctionnelles

Vérification mécanique :

- R.2 [. adhérence du dépôt silicone et géométrie
 . raideur et course du système de compensation
 . essai d'extraction de la cartouche avec son levier
 , masse des trois cartouches.
- R.1 [. respect du montage mécanique spécifié au niveau du
 bouchon (Table 5)
 . radiographie de toute la cartouche.
- R.2 [. essais en environnement. .../...

Vérification électrique :

Vérification du câblage :

- . des thermocouples
- . des courts-circuits de codage du numéro de l'expérience
- . câblage des résistances électriques de limitation en température de la cartouche
- . isolement électrique de chaque contact par rapport à la masse cartouche

Vérification du marquage de l'embout spécial

R.2 [(d'après spécification CNES + DFVLR)

Le CNES se réserve le droit d'augmenter cette spécification si la sécurité du four l'exige.

2.4.6.3. Essais de mise au point des expériences

Ces essais pourront avoir lieu dans un four de laboratoire mis à la disposition des expérimentateurs dans les locaux du CNES.

Avant toute expérimentation, le CNES s'assurera du respect des spécifications précédentes.

Afin de vérifier qu'aucune raison ne s'oppose à la mise en place des cartouches d'essai dans le four d'essais, le CNES demande à prendre connaissance du dossier d'étude de chaque expérimentation.

Ce dossier d'étude devra être le plus complet possible et comportera au moins tous les points énumérés dans la totalité de ces spécifications.

R.2 [Le CNES vérifiera sur les cartouches expérimentales que les paramètres thermiques définis dans le "Timeline" sont correctement pris en compte ou respectés.

3 - ASPECTS PRATIQUES DE LA MISE AU POINT DES PROFILS THERMIQUES EXPERIMENTAUX

3.1. Installation d'essais

Le CNES mettra à la disposition des expérimentateurs scientifiques qui auront satisfaits aux spécifications de vérification de la sécurité des cartouches*, une installation permettant de simuler dans les meilleures conditions les interfaces thermiques et électriques définitifs entre le four et l'expérience, et donc de préciser expérimentalement les lois de pilotage des blocs chauffants permettant d'obtenir sur les cartouches les profils requis et leur évolution désirée dans le temps.

Le schéma général de cette installation est défini à la Table 6.

Il fait apparaître que les essais auront lieu dans le four orienté verticalement afin de limiter le plus possible les déformations géométriques dues au fluage à haute température.

Cette installation aura également pour but la mise au point de la séquence opérationnelle (time-lining) avec mesure des paramètres essentiels à la caractérisation de l'expérience :

- mesure des paramètres thermiques expérimentaux
- mesure de la puissance électrique consommée en fonction du temps
- mesure de l'énergie électrique totale consommée pour réaliser l'expérience.

REMARQUE IMPORTANTE : Pour la première mission de Spacelab, il a été nécessaire de prendre en compte l'aspect sécurité fonctionnelle découlant des variations de tension d'alimentation de Spacelab ce qui limite la puissance électrique disponible au niveau du four à 500 W. Cette limitation en puissance aura pour effet de limiter la vitesse de montée en température au niveau des blocs chauffants (V max. 0,15°C/s jusqu'à 900°C pour une fuite thermique totale (four + cartouches à 900°C inférieure ou égale à 300 W thermiques).

* voir algorithme § 5.5.

R.1 [Le CNES pourra prêter à l'expérimentateur au plus tard une semaine à l'avance les parties basse température des cartouches afin que ce dernier puisse câbler ses capteurs de température sur la prise de la cartouche suivant le plan de câblage A1 - 105 - 01 - 005 indice A.

Le CNES câblera au dernier instant, et sur place, les courts-circuits de sélection des profils de température, ainsi que la résistance de limitation en température.

3.2. Spécifications d'emballage des cartouches livrées au CNES

1 - Buts de l'emballage

L'emballage des cartouches expérimentales a pour but essentiel de protéger celles-ci contre toute agression externe susceptible de dégrader leurs propriétés fonctionnelles propres, ou vis-à-vis du four qui les recevra. Ce sont donc des buts d'assurance-qualité qui présideront à la définition de l'emballage.

2 - Spécifications

R.2 [L'ensemble des spécifications d'emballage doit émaner de la DFVLR mais le CNES demande à tous les expérimentateurs de lui livrer les cartouches en respectant les spécifications suivantes :

- identification immédiate et simple des cartouches,
- manipulation de la cartouche dans son emballage permettant un accès visuel direct aux marquages divers (emballage translucide)

- R.1 [
- assurer un stockage en ambiance sèche et dépoussiérée (emballage hermétique)
 - assurer une compatibilité chimique de l'emballage et des matériaux à stocker
 - protéger des chocs et des coups directs l'emballage immédiat de la cartouche
 - ouverture de l'emballage aisée
 - utiliser un container de transport adéquat.

R.2 [La DFVLR définira en plus l'emballage de son point de vue en spécifiant les caractéristiques :

- opérationnelles (utilisation par le Payload Specialist)
- flammabilité
- dégazage, toxicité
- stockage etc.

R.2 [suivant spécification NASA : Criteria for selection materials HDBK 527 Material selection guide

3.3. Organisation de la livraison des cartouches expérimentales à la DFVLR

R.2 [

Le CNES sera le point de passage obligatoire des cartouches qui seront livrées à la DFVLR.

Le CNES effectuera sur ces cartouches les opérations de câblage définitif des prises électriques (straps, résistance de sécurité). Une organisation d'assurance-qualité sera mise en place afin de prendre en compte tout l'aspect contrôle technologique des produits livrés.

Un dossier relatif à chaque expérience sera créé sur le Centre de Toulouse.

R.1 Les expérimentateurs doivent fournir toute la documentation utile à la connaissance exacte et approfondie de leur expérience.

Tout expérimentateur livrant des cartouches au CNES devra fournir de façon associée les livrets de contrôle de son expérience (radiographies, resuage , contrôles géométriques, liste des matériaux, nomenclatures, dossiers, calculs, résultats d'essais de mise au point, etc...).

Il est également prévu que l'emballage final avant livraison soit effectué au CNES.

R.2 Dans le cas de l'utilisation possible d'un container de transport spécial émanant d'une spécification du DFVLR ou de l'expérimentateur, celui-ci sera responsable de la définition de ce matériel ainsi que de sa réalisation. Les contrôles associés seront également à la charge de l'expérimentateur qui fournira ensuite le matériel au CNES avec les procédures.

R.2 Un "log-book" ou livret d'équipement sera établi pour chaque lot d'expérience depuis le stade de la fabrication jusqu'à la livraison au CNES. Le CNES complètera le "log-book" pour les opérations qui le concernent, délivrera l'exemplaire original et gardera en mémoire une copie complète de ce document.

R.1 { 3.4. Nombre de modèles à fournir

3.4.1. Modèles à fournir au CNES

Le CNES demande à chaque expérimentateur de lui fournir les modèles d'essais suivants :

- Modèle d'identification

R.2 { Ce modèle d'essais thermiques d'identification sera le plus semblable possible aux modèles de qualification et de vol et permettra d'identifier les paramètres essentiels de la mission (montée en température, puissance nécessaire, gradients thermiques, énergie consommée, mesure des températures, etc ...). Ce modèle pourra subir plusieurs cycles thermiques ou être reconstruit suivant les besoins de l'Expérimentateur.

Il serait souhaitable que le CNES puisse disposer de ce modèle pour mettre au point et optimiser les profils thermiques expérimentaux, en accord avec l'Expérimentateur.

- Modèle de Qualification

Il sera identique au modèle de vol et subira toute la qualification mécanique et thermique.

- Modèle de Vol

R.2 { Ce modèle sera livré à la DFVLR après avoir subi les contrôles, tests de recette et vérification adéquats.

.../...

R.2
R.1
- Modèle d'Intégration et d'Entraînement

Afin de réduire au minimum le nombre de modèle délivré par les expérimentateurs, le CNES a décidé de développer lui-même un modèle de cartouche réalisé avec une nacelle en niobium.

Ce modèle d'Intégration et d' Entraînement permettra d'effectuer des essais thermiques jusqu'aux températures les plus élevées utilisées pour le vol FSLP. C'est sur ce modèle de cartouche que sera appliqué le profil thermique enveloppe de toutes les expériences scientifiques lors de l'Intégration du GHF dans le MSDR.

3.4.2. Planning

Le planning joint en annexe 8 montre les échéances relatives aux expériences GHF.

Chaque expérimentateur livrera avant le 15 février 80 les profils thermiques expérimentaux théoriques afin que ceux-ci puissent être programmés dans le modèle de qualification du GHF.

R.2
Les profils de vol définitifs devront être fournis au CNES au plus tard fin Juin 1980 afin d'être mémorisés et testés dans le modèle de vol du GHF qui sera livré à la DFVLR à partir d'Octobre 1980.

Si d'ici à Juin 1980 un accord intervenait entre le CNES et la DFVLR pour ce qui concerne la possibilité de modifier les profils thermiques expérimentaux à une date postérieure, il serait néanmoins toujours nécessaire de donner pour fin juin 1980 des profils thermiques théoriques éventuellement réactualisés.

4 - MISSION ASSURANCE PROGRAMME PLAN -

(inspired from Doc. MBB SPL-220-MB-298)

4.1. Purpose

The mission assurance programme plan defines the Experimenter's methods and procedures by which MA activities will be carried out for the GHF project at FSLP.

This MA programme plan is entirely applicable to flight standard hardware as experiment cartridges.

In case of applicability to non-flight standard hardware, corresponding directions will be given within the applicable sections of this documents.

4.2. MA Management

CNES/GHF Project office will be responsible for MA management at the GHF/Experiments level. He will report directly to the MSDR Project Manager at DFVLR/MSDR Project office.

For MA documentation redaction the CNES/GHF Project office will be supported by assigned personnel from the Space Division Product Assurance Department. Nevertheless, supervision/control/inspection/documentation tasks shall not necessarily be performed by special QA personnel only but may be delegated by the GHF MA office to respective project personnel (e.g. manufacturing, analyses, integration and test activities)

.../...

4.3. MA Requirements and approach

4.3.1. MA requirements

The design requirements on Spacelab Payloads may be classified as :

- safety requirements, intended to minimize the risk of damage and/or hazardous conditions which would affect the safety of personnel or equipment during ground and flight operations
- compatibility requirements, intended to ensure physical, functional and operational compatibility with Spacelab as well as with the other payload components
- performance requirements, intended to ensure that the experiments will meet their scientific and functional objectives in the expected environment.

The verification of this three requirements will result in the Acceptance Data Package (ADP) which will accompany the experiment flight hardware at final delivery.

4.3.2. MA approach

The approach selected for MA activities on MSDR element and MSDR system level may be divided into the following branches : —

- mission assurance engineering
- mission assurance verification control

These engineering activities cover such factors as selection of parts and materials, safety design requirements, human engineering criteria, design techniques, manufacturing processes, inspection points and criteria, test programme and procedures.

.../...

The second branch covers the inspection, monitoring, supervision, review and documentation activities connected with the verification/demonstration/maintenance/compilation of the Acceptance Data Package.

4.4. Mission Assurance Engineering

Safety and compatibility considerations will cover all phases of the MSDR project (or Spacelab project) at any times during integration and flight.

4.4.1. Preliminary Hazard Analysis (PHA) (see GEN-RE-007)

During this analysis, the corresponding hardware will be systematically analyzed for conditions which may propagate hazards. All hazardous elements existing in or associated with the GHF and the corresponding GSE/ITE will be identified.

The hazardous element can be a hardware item as well as a functional or operational element of the MSDR and the recommended preventive actions to eliminate or control the hazardous condition will be established. The results of the PHA will be supplied to GHF project office which will transmit to the MSDR PO in order to initiate corrective action.

For format sheet to be used refer to Appendix A of this plan.

4.4.2. Failure Mode Effects and Criticality Analysis (FMECA)

The FMECA shall permit to reach the following objectives :

- identify all possible failure modes
- identify the functional and operational constraints and criticality of potential failures on safety, compatibility and overall GHF performance

.../...

- identify single failure points
- determine the need for redundancy, fail-operational and/or fail safe design features, etc ...
- support hazard analysis and definition of safety provisions for operations
- provide a means of tracing observed hardware failures to their possible causes
- support maintainability analysis considerations.

The FMECA will be established/updated during the start of the Hardware Development Phase and updated during the manufacturing, integration and test phases whenever important new information becomes available and to take necessary changes into account.

For format to be used refer to Appendix B of this plan.

4.4.3. Critical Item List (CIL)

Based on the results of the FMECA, each Experimenter shall prepare a Critical Item List (CIL) consisting of the following :

- list of critical limited life items
- single failure point summary
- summary of redundant elements, if it is foreseen to use, with role and consequence if failure.

For format to be used refer to Appendix C of this plan.

4.4.4. Hazard Status Report

For each individual hazard a separate hazard status list shall be used. All individual hazard status lists will be compiled in the Hazard status report and shall be updated at least to design reviews.

For format sheet to be used refer to Appendix D of this plan.

.../...

4.4.5. Hazard Reduction

Continuous efforts will be provided over the whole GHF Project period to ensure that potential hazards as identified during the different types of hazard analyses will be reduced as much as possible within the project constraints (e.g. cost, time, weight).

The rules of the development are :

First : Design for minimum hazard

It consists to eliminate potential hazard by design and to assure inherent safety through the selection of appropriate design features, materials and parts and application of appropriate safety factors (e.g. choice of Niobium or Tantalum material for cartridge nacelle avoiding loss of mechanical strength at any GHF possible temperature).

Second : Safety Devices

Known hazards which cannot be eliminated through design selection shall be reduced to an acceptable level and made controllable by use of appropriate safety devices as part of the MSDR system or GHF instrument.

Third : Warning Devices

N/A at present GHF design

4th : Special procedures

N/A at present GHF design

.../...

4.4.6. Hazard_Closure

A hazard shall be considered closed and will require no further reductive action only if :

- the hazard has been eliminated by design, and design accomplishment has been confirmed, or
- the hazard has been reduced to an acceptable level (controlled hazard) in accordance with the hazard reduction sequence and this reduction has been verified by way of a successful completion of the required test programmes, analytical studies, inspections, and/or training programmes, or
- the hazard has been assessed and the risk has been formally accepted by NASA.

4.4.7. Parts_and_material_selection

The criticality of application of a part with respect to safety, compatibility, temperature, performance risk, lead-time or cost may justify the use of adequate quality level for certain applications which is not the best possible quality level. In this case appropriate justification data has to be provided by the Experimenter and approval obtained by the MA GHF project office.

Finally the revised Parts and Material Lists will be approved by ESA/SPICE, DFVLR and MBB.

For format sheet to be used refer to Appendix E of this plan.

4.4.8. Documentation_Review

Technical documents (e.g. performance specifications, test procedures) will be reviewed periodically to ensure that safety and I/F compatibility aspects are permanently taken into account.

Non conformance reports will be reviewed to ensure that safety and compatibility problems are fully resolved. MA will be represented in all reviews of test results to ensure that corrections or improvements for safety or compatibility reasons will be introduced into design, fabrication, operations or further testing.

For format sheet to be used refer to Appendix F of this plan.

.../...

4.5. Mission Assurance Verification Control

4.5.1. Fabrication Control

During processing/installation of materials/parts it shall be ensured that :

- . no materials or parts without identification will flow into the process,
- . no material will be used, which will pass the critical storage time for the scheduled process,
- . operation times/cycles during manufacturing and test will be put on record for units, which degrade during functional use,
- . the necessary inspection key points procedure and criteria for each individual item during fabrication shall be specified in the manufacturing flow chart,
- . in case of observed non-conformances, the inspector shall subsequently execute a non-conformance report, submitted to the responsible Project Engineer and the MA manager for decision.

4.5.2. Test Control

MA will inspect that a system of adequate procedure for correct testing, proper documentation delivery and adequate dispositions is used for survey and traitment of non-conformance.

MA will control that operations and planning are in accordance with this system.

The main MA activities during testing are

- . check whether procedure are in accordance with the test specified,
- . survey that test sequence and test conditions are complete and convenient,
- . Make sure that evaluation of test results are made by suitable personnel,

- . Participation in material review Board (MRB),
- . Test witnessing.

Tests reports will be reviewed by MA with respect to safety and compatibility aspects.

4.5.3. Logbook

The MA Inspection is responsible for providing "as built" log-books for each Experiment Qualification and Flight hardware starting at least with manufacturing end control.

The logs shall be maintained by operational personnel in a chronological order to account for all related inspection and test operation and survey by MA.

Log definition : minimum size eg :

- . nomenclature, table of contents
- . configuration data :
 - drawings, Parts lists, specifications, changes and identification data,
- . Fabrication/assembly flow : build up and disassembly instructions for repairs, rework, modifications,
- . inspection of assembly state (photographies, etc...),
- . inspection and test records : specifications, results,
- . non conformance records,
- . cumulative operating times and cycles (for limited life articles),
- . list of limited life articles and status at delivery,
- . Procedures
 - control
 - test
 - fabrication.

.../...

- . Handling, storage, transportation and operation instructions for Payload Specialist activity
- . etc ...

The logbooks of the G H F Experiments will be subject to delivery to DFVLR/MBB together with the end item and will be combined into the MSDR System logbook.

4.5.4. Material Review Board (MRB)

This board is a formal board established for the purpose of reviewing, assuring corrective action and determining the disposition of non conforming supplies which are classified as major and critical.

The CNES MRB comprising Project Engineering and MA members, may function without DFVLR or MBB MA representation where disposition is to be made on non-conformances whose failure would not affect safety, compatibility or overall Spacelab mission success (minor or major non conformances).

In case of Deviations (critical non conformances) DFVLR or MBB representative will participate in MRB activities (via telephone and telex link in the majority of cases).

Members for MRB'S shall have the technical competence and shall have sufficient authority to make appropriate disposition of the articles or materials involved.

As non conformances are presented for material Review Board review, Mission Assurance, in conjunction with the other Material Review Board members :

- . Evaluates the articles or material submitted,

.../...

- . Reviews the non conformance for safety, compatibility, and reliability aspects (e.g verification or need of update of FMECA ; potential common failure modes, which could result in the loss of all redundant elements by a single event,
- . Determines or recommends a disposition, such as scrap repair,
- . Approves the method and procedure for repair when repair is appropriate,
- . Provides recommendations to DFVLR concerning non conformance dispositions requiring its approval and verifies implementation after approval is obtained,
- . Ensures that effective remedial actions are documented on the non conformance document and that corrective action is accomplished,
- . Ensures that the hardware is identified with the applicable non conformance report material review members,
- . Ensures that accurate records of material review Board actions are maintained.

For format sheet to be used refer appendix G of this plan.

5 - TEST PLAN

We give for information the GHF experiment cartridges test plan as a logic diagram.

This logic diagram shows the sequence test that has to be followed for different experiment cartridge models :

5.1. Thermal test cartridges or Identification Model

This set of cartridges is generally used by the experimenter in order to check the first experiment accommodation in the identification furnace and to analyse the modifications needed for been optimum in the GHF flight hardware.

5.2. Qualification model

this model has to be built in the same time that the flight model and must be identical with it in all details ; particulaly it is required that the material parts and supplies must be issued from the same lot.

This model must withstand all the qualification tests.

In order to serve of a test proof in case of flight hardware failure, this model must be stowed at CNES TOULOUSE and not opened by the Experimenter.

5.3. Flight model

Due to the particularity of this flight hardware it will not be possible to test entirely this model. Particulaly thermal tests should not be possible without degradation of the specimen.

So to guarantee the flight hardware against failures during the flight thermal test, it is required that this model must be identical to the qualification model.

5.4. Ground reference test cartridges

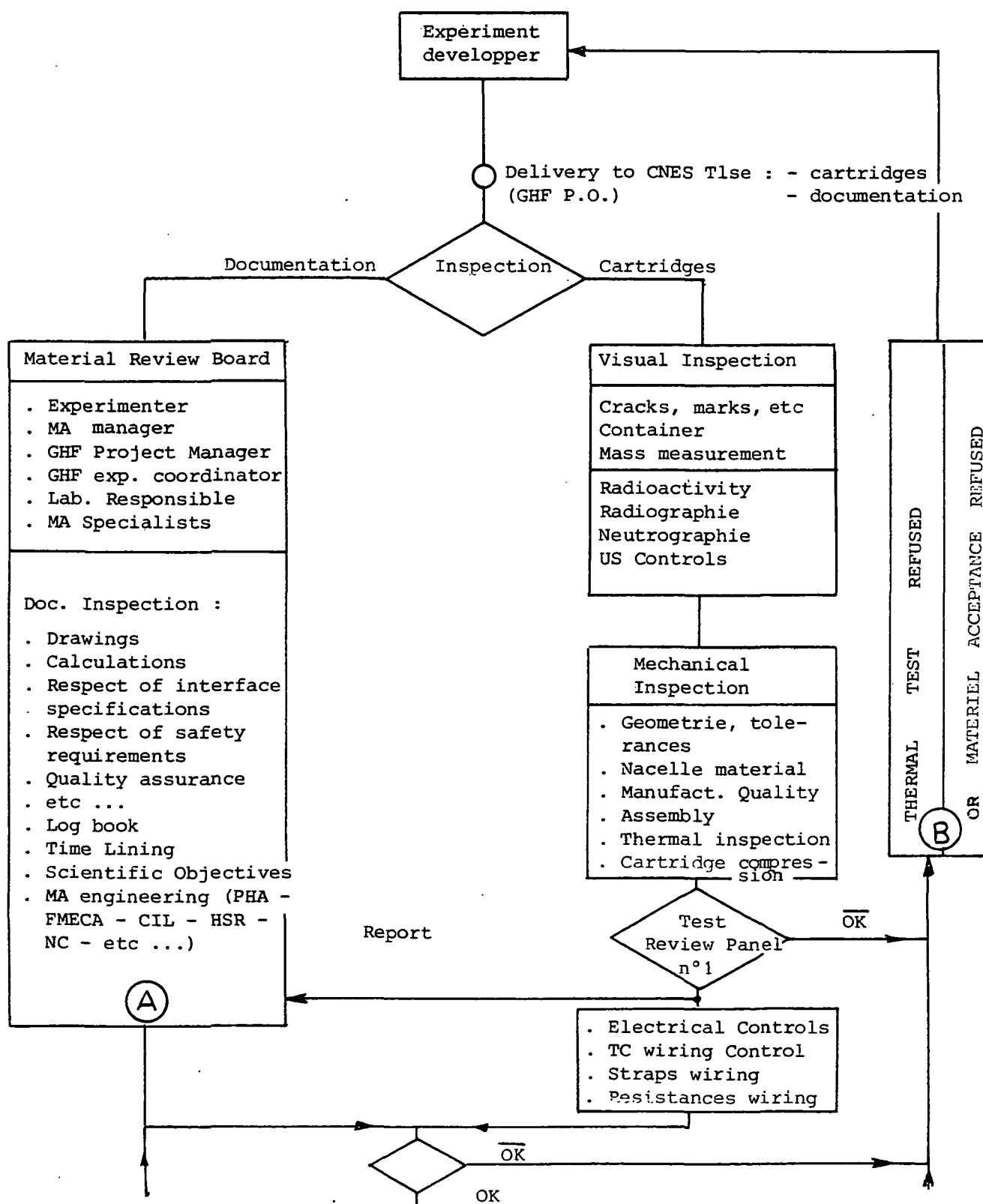
To compare the flight performances with the ground results it shall be generally necessary to perform on ground, in the flight hardware, the same test performed during the flight.

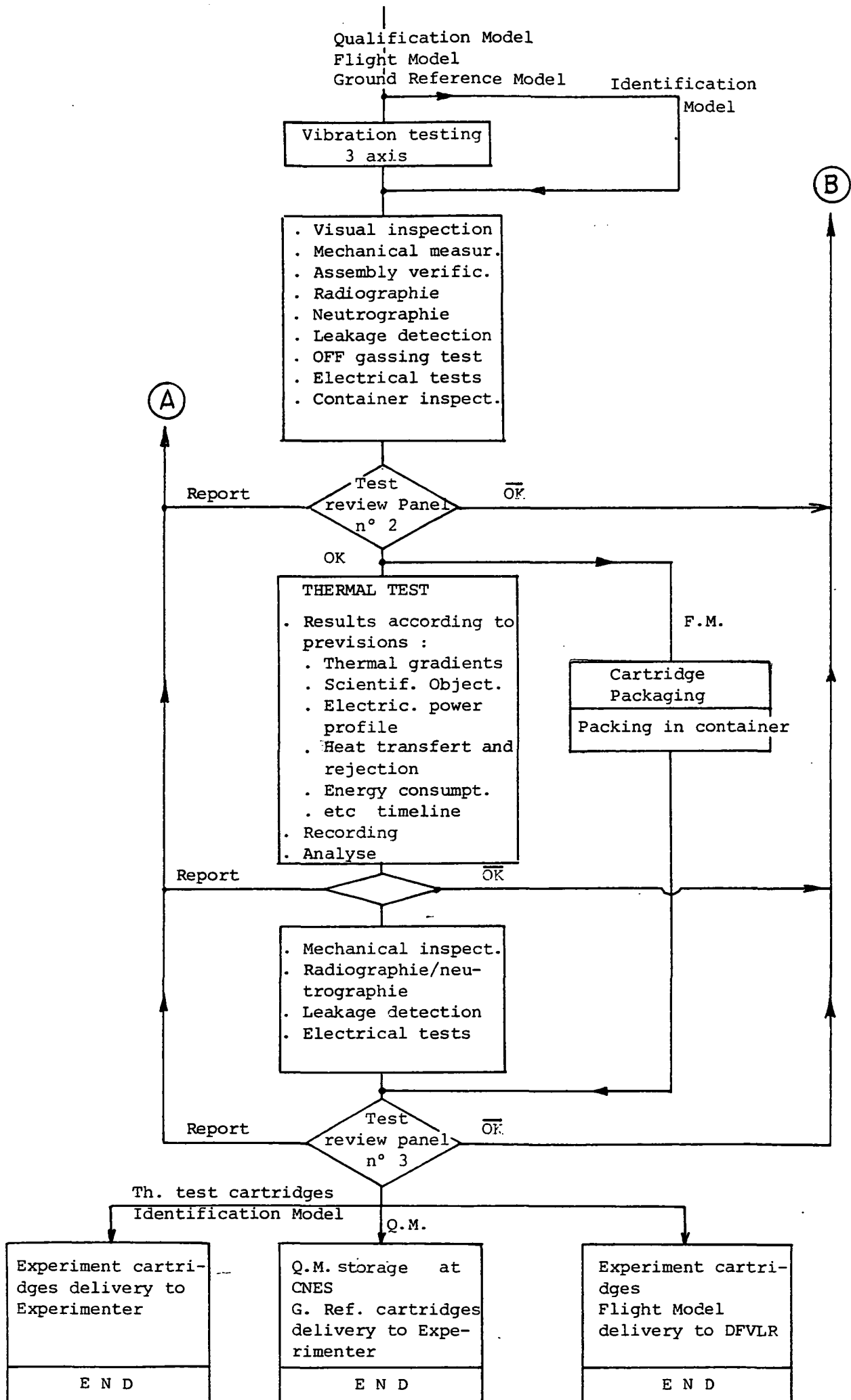
This test will be performed on ground reference test cartridges, which must be identical to the flight model, when the flight hardware will be returned to CNES TOULOUSE about three months after the flight.

NOTA : This hardware is optional and depends only on the neccessity to complete the scientific Studies.

5.5. GHF EXPERIMENT CARTRIDGES TEST PLAN

Applicable for : Identification Model
 Qualification Model
 Flight Model
 Ground Reference Model





A P P E N D I X

A to G

ANALYSIS ELEMENT:	SPL PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS	COMPANY:.....
		PREP. BY:.....
		ISSUE:.....DATE:.....

IDENT. NO.	HAZARDOUS ITEM	HAZARDOUS CONDITION	POSSIBLE EFFECTS	EXISTING SAFETY PROVISIONS	APPLICABLE SAFETY REQU.	REMARKS

SPL INSTRUMENT :	SPL FAILURE MODE EFFECTS AND CRITICALITY ANALYSIS	COMPANY : PREPARED BY: ISSUE : DATE :
---------------------------	--	---

NO.	ITEM	BLOCK	FAILURE MODE	PROBABLE CAUSE	EFFECT ON SPL / SPL ELEMENT	DETECTION	PREVENTION	CRITI CAL ITY	REMARKS

	SPL LIST OF CRITICAL LIMITED LIFE ITEMS	COMPANY :
		PREPARED BY:
		ISSUE : DATE :

NO.	LIMITED LIFE ITEM	USEFUL OPERATIONAL LIFE	USEFUL STORAGE LIFE	EXPECTED ACCUMULATED OPER. LIFE	INSPECTION / MAINTENANCE / REPLACEMENT EQUPTS.	REMARKS

	SPL SINGLE FAILURE POINTS SUMMARY	COMPANY : PREPARED BY: ISSUE : DATE :
--	--	---

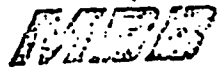
ITEM NO.	ITEM	FAILURE MODE	FAILURE EFFECT	RETENTION RATIONALE

INSTRUMENT:.....	SPL HAZARD STATUS LIST	COMPANY:.....
UNIT:		PREP. BY:..... DATE OF ISSUE:.....

NO.	HAZARD	HAZARD IDENTI- FICATION	EXISTING SAFETY PROVISIONS	REQU. HAZARD REDUCTION ACTION	REQU. SAFETY VERIFICATION	HAZARD STATUS	REVIEW DATE	REMARKS

MATERIAL CATEGORY:	SPL MASTER MATERIALS LIST	COMPANY: PREP. BY: ISSUE:DATE:
-----------------------------	--	--

ITEM NO.	COMMERCIAL IDENTIFICATION	CHEMICAL NATURE & TYPE OF PRODUCT	PROCUREMENT INFORMATION	PROCESSING PARAMETERS	USE AND LOCATION	ENVIRONMENT CODE	SIZE CODE	STATUS



APPENDIX F

NON CONFORMANCE REPORT

☐ DISCREPANCY
☐ TEST FAILURE

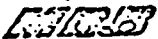
1. Number

Code

2. Project

Code

3. Affect. Item	Name	Part Number	Serial Number	Manufacturer	Code
4. End Item	S/C Model	Code	1 <input type="checkbox"/> Flight 2 <input type="checkbox"/> Spare	3 <input type="checkbox"/> EGSE 4 <input type="checkbox"/> MGSE	5. Date & Time of Failure
6. Next Higher Assembly	Name	Part Number	Serial Number	Manufacturer	Code
7. Test Category	1 <input type="checkbox"/> Acceptance 2 <input type="checkbox"/> Qualification	3 <input type="checkbox"/> Development 4 <input type="checkbox"/> Receiving Insp.	5 <input type="checkbox"/> Bench 6 <input type="checkbox"/> Integration	7 <input type="checkbox"/> Launch Operation 8 <input type="checkbox"/> Post Launch	9 <input type="checkbox"/> Other
8. Environment	1 <input type="checkbox"/> Temp.-Humidity 2 <input type="checkbox"/> Thermal-Vac.	3 <input type="checkbox"/> Ambient 4 <input type="checkbox"/> Shock	5 <input type="checkbox"/> Vibration 6 <input type="checkbox"/> Acoustic	7 <input type="checkbox"/> Acceleration/Spin 8 <input type="checkbox"/> Solar Simulation	9 <input type="checkbox"/> Magnetic 0 <input type="checkbox"/> EMI
9. Test Procedures	Type/Name	Number	Paragraph	Type/Name	Number
10. Operating Time/Cycles	1 <input type="checkbox"/> Cycles 2 <input type="checkbox"/> Days	3 <input type="checkbox"/> Hours 4 <input type="checkbox"/> Min.	Test Cumulative	11. Integration Step	Description
12. NC Observations					Code
13. Suspected Cause (details)		1 <input type="checkbox"/> Hardware 2 <input type="checkbox"/> Software	3 <input type="checkbox"/> Test Equipment 4 <input type="checkbox"/> Test Procedure Error	5 <input type="checkbox"/> Human Test Error 6 <input type="checkbox"/> Other	
14. Signatures	Tester	Inspector	Date		
15. Possible Effect On	1 <input type="checkbox"/> SAFETY	1 <input type="checkbox"/> Serious 2 <input type="checkbox"/> Not Serious	2 <input type="checkbox"/> Schedule	1 <input type="checkbox"/> Serious 2 <input type="checkbox"/> Not Serious	3 <input type="checkbox"/> Cost 2 <input type="checkbox"/> Not Serious
16. Failure Analysis Required	1 <input type="checkbox"/> Yes 2 <input type="checkbox"/> No	(If YES, check Block 24 and do not enter in Blocks 19, 20, 21 & 25)		17. Forward to MRB	1 <input type="checkbox"/> Yes 2 <input type="checkbox"/> No
18. Immediate Action Taken/Retest Instructions					Code
19. Cause of NC					Code
20. NC Categories		Minor	Major	Critical	Code
21. Corrective Action					Code
22. Retest Results	1 <input type="checkbox"/> Satisfactory 2 <input type="checkbox"/> Unsatisfactory	Remarks			
23. <input type="checkbox"/> Refer to MRB Report		number			
24. <input type="checkbox"/> Refer to Failure Analysis Report					
25. <input type="checkbox"/> Corrective Action Completed		26. Approved		Signature	Date

 HESSELSCHMITT - BULKOW - FLOHM APPENDIX G	<h1 style="margin: 0;">Material Review Board</h1>	Project
		MRB No.

Name of End Item		Reference NCR
End Item No.	Model	Subsystem
Supplier	Drawing	Specification

Description	Participants
	Distribution

MRB - Decision	Action No. Actionee
----------------	------------------------

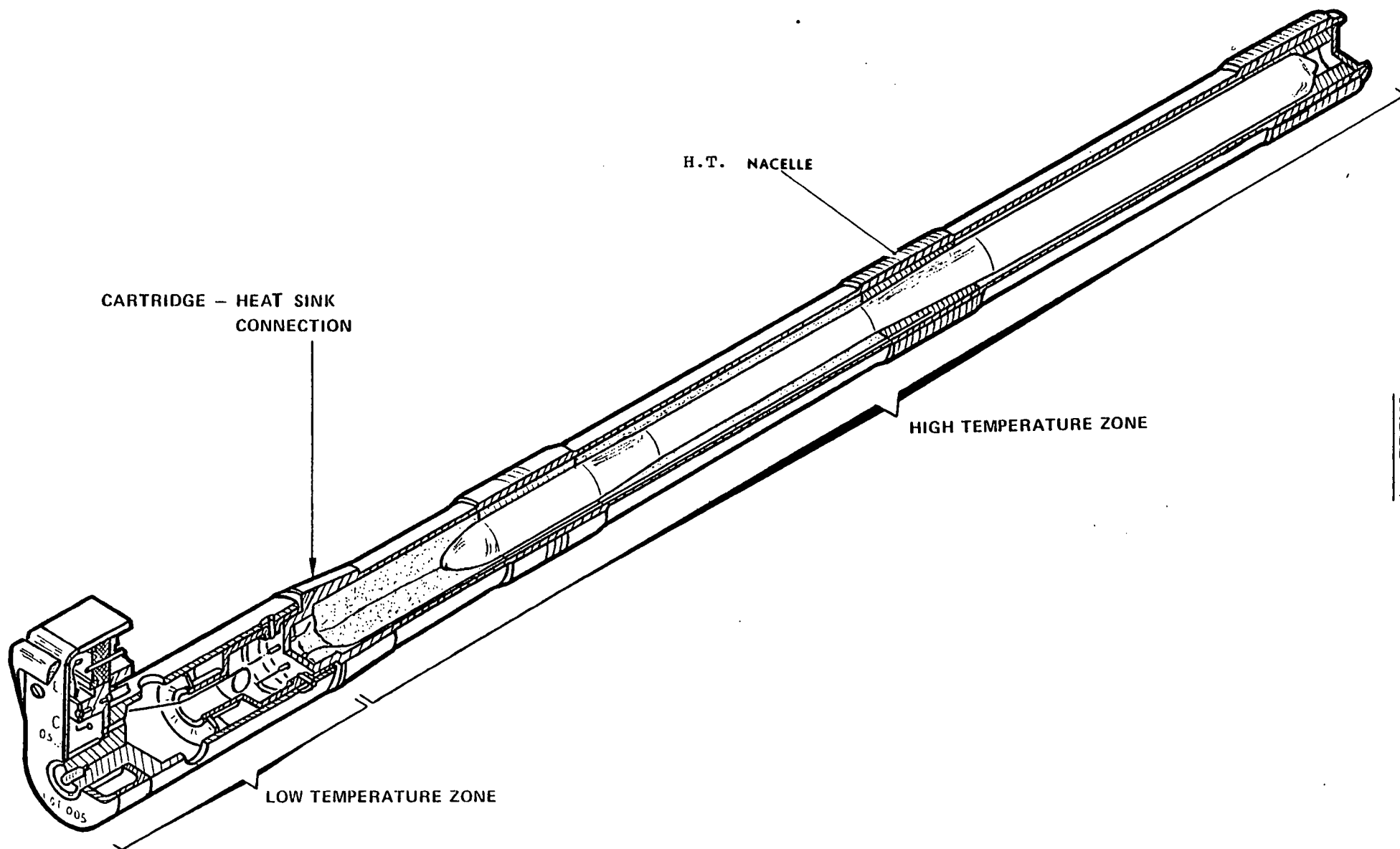
Department	Signature	Date	MRB Disposition
			<input type="checkbox"/> Use as is <input type="checkbox"/> Reinspect <input type="checkbox"/> Extend Inspection <input type="checkbox"/> Return to Supplier/Vendor <input type="checkbox"/> Rework to Spec/Org <input type="checkbox"/> Repair <input type="checkbox"/> Scrap
Prepared by		Date	

Action Complete Signature	5
1	6
2	7
3	8

A N N E X E 1

SCHEMAS MECANIKES ET ELECTRIQUES

-:-:-:-:-



EXPERIMENT CARTRIDGE

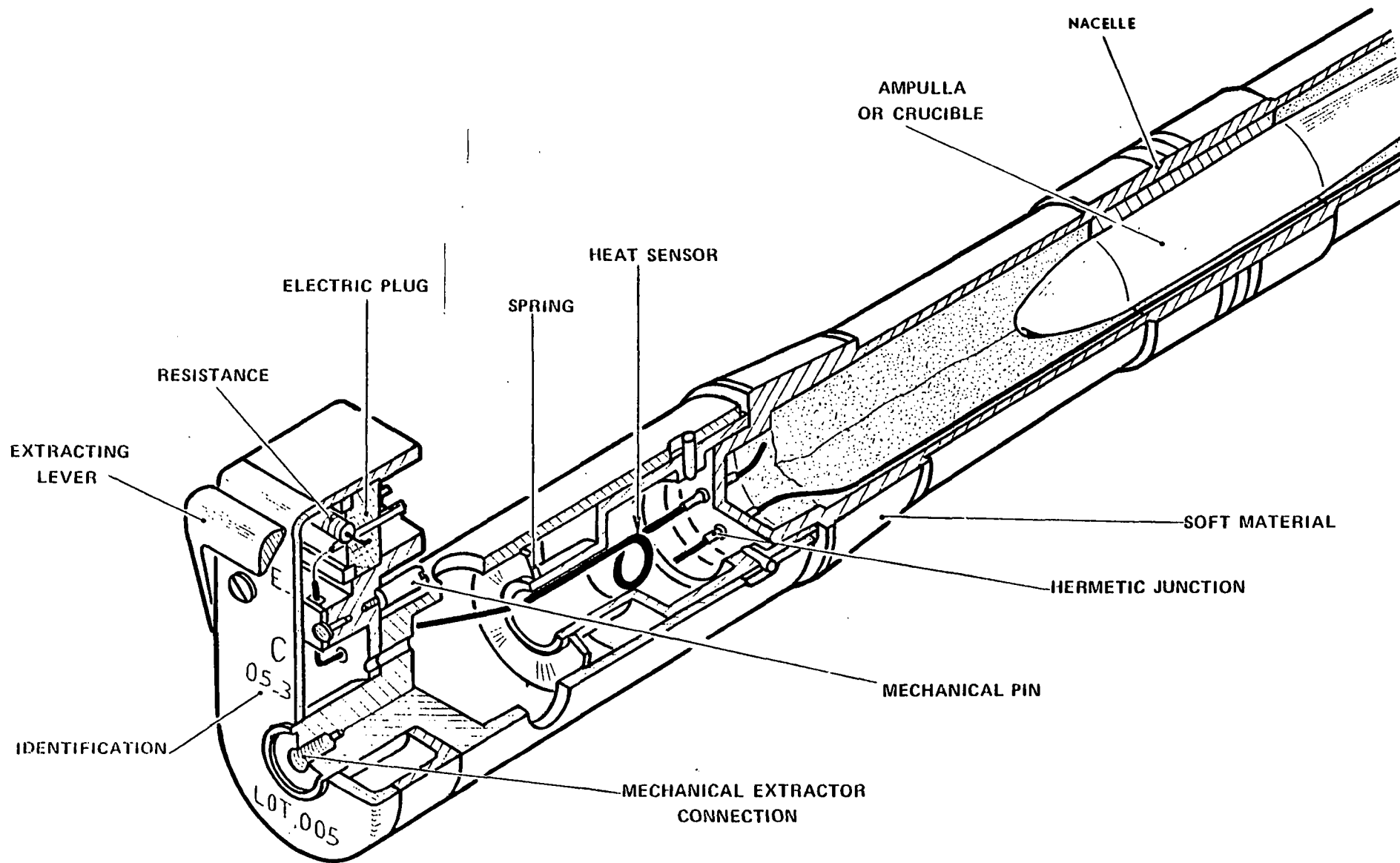
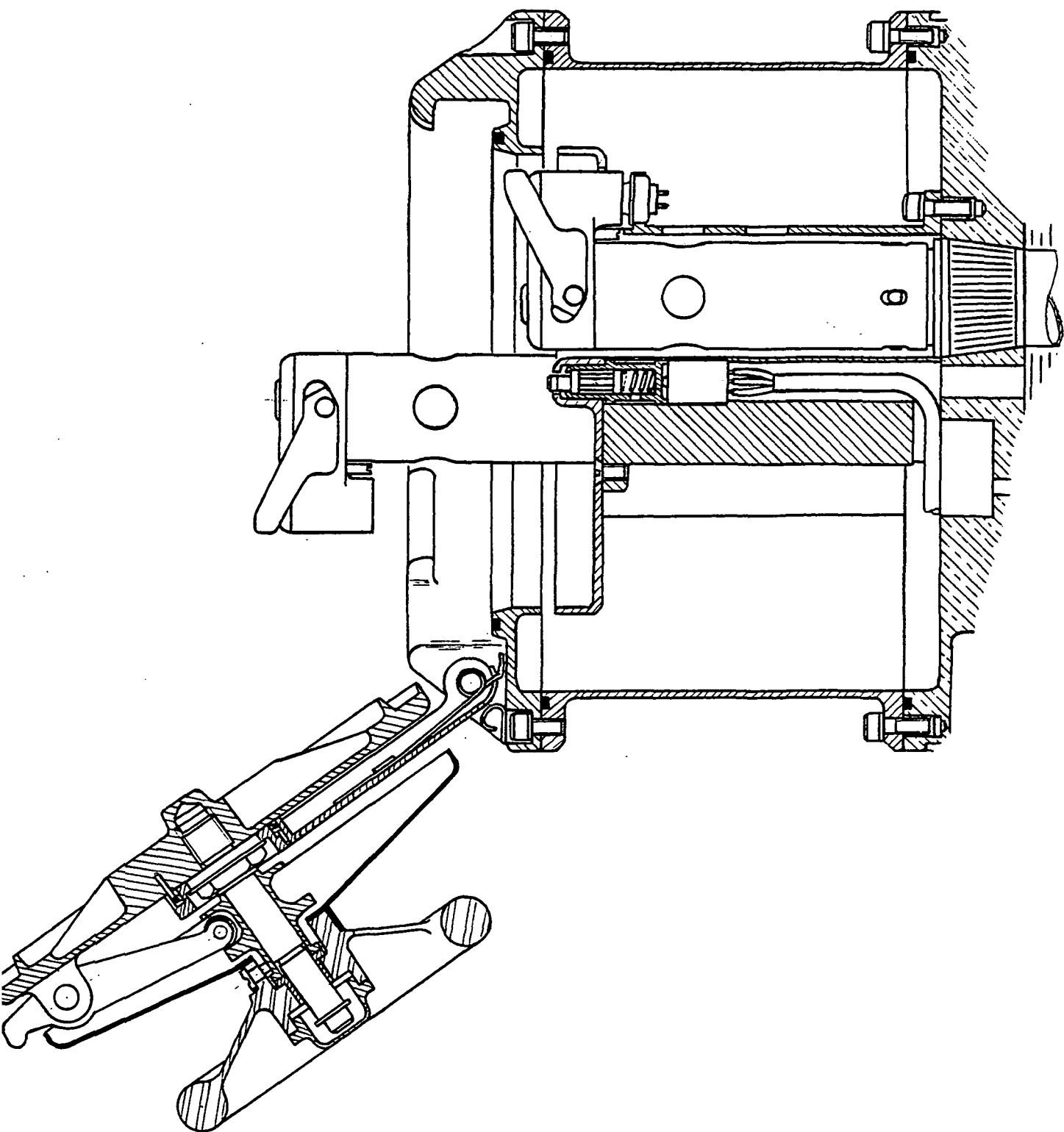
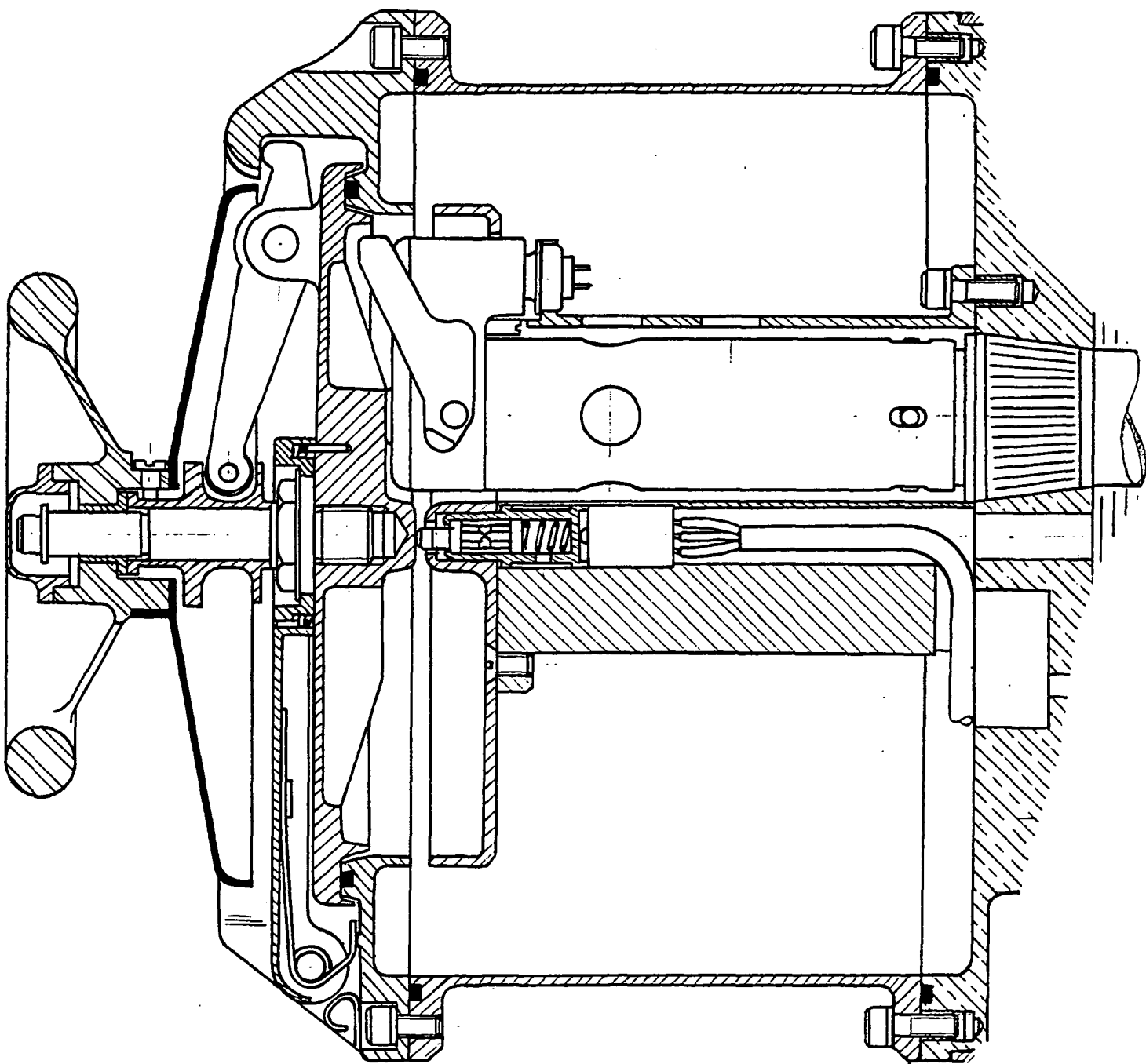


TABLE 3



FURNACE - CARTRIDGE
INTRODUCTION AND CONNECTIONS

TABLE 4



FURNACE LOW TEMPERATURE
ZONE WITH CARTRIDGE
IN PLACE

TABLE 5 - MONTAGE DU BOUCHON

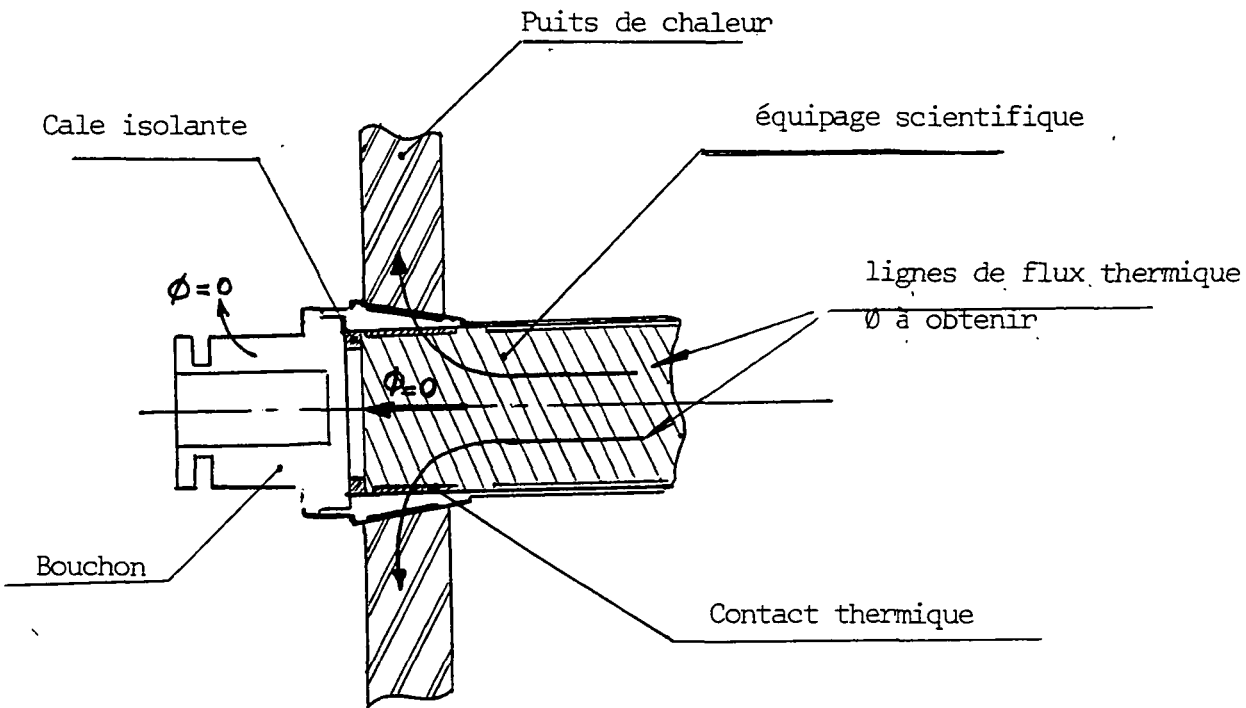


Fig. 1-Utilisation d'un Bouchon Standard

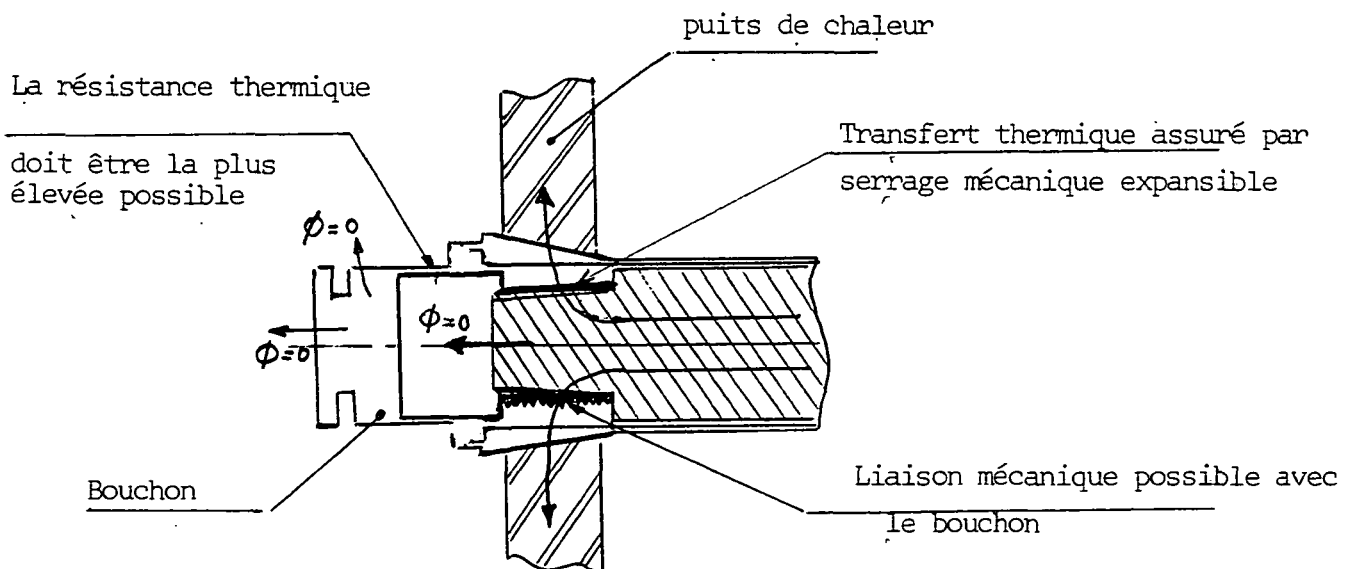


Fig. 2- Utilisation d'un bouchon non standard

G.H.F. Installation d'essais au CNES

24 (10)
110 (10)
220 (10)
440 (10)
110 (10)
220 (10)
440 (10)
110 (10)
220 (10)

Tour de ventilation

Régulateur de température

Régulateur de pression

Régulateur de pression

Branchements aux divers points de mesure

Tour support du four

Alimentation du four (RBY, 20)

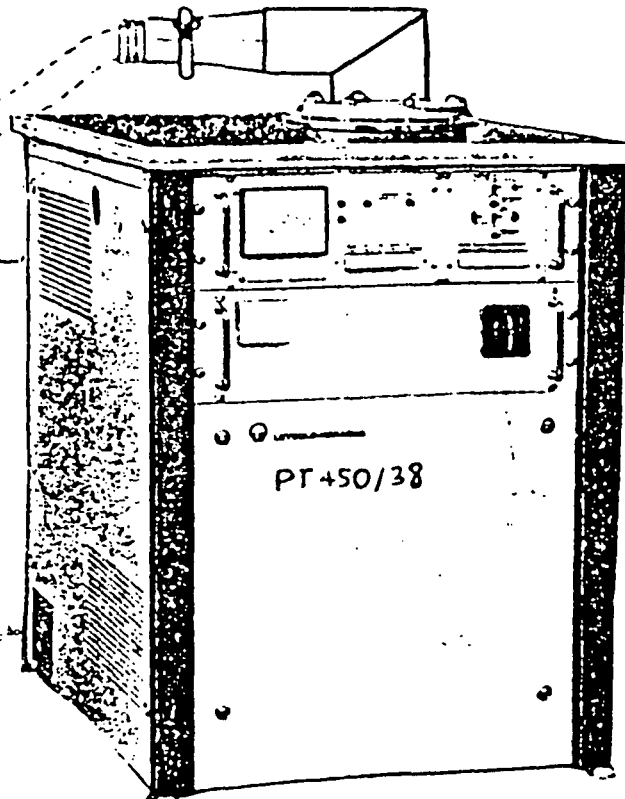
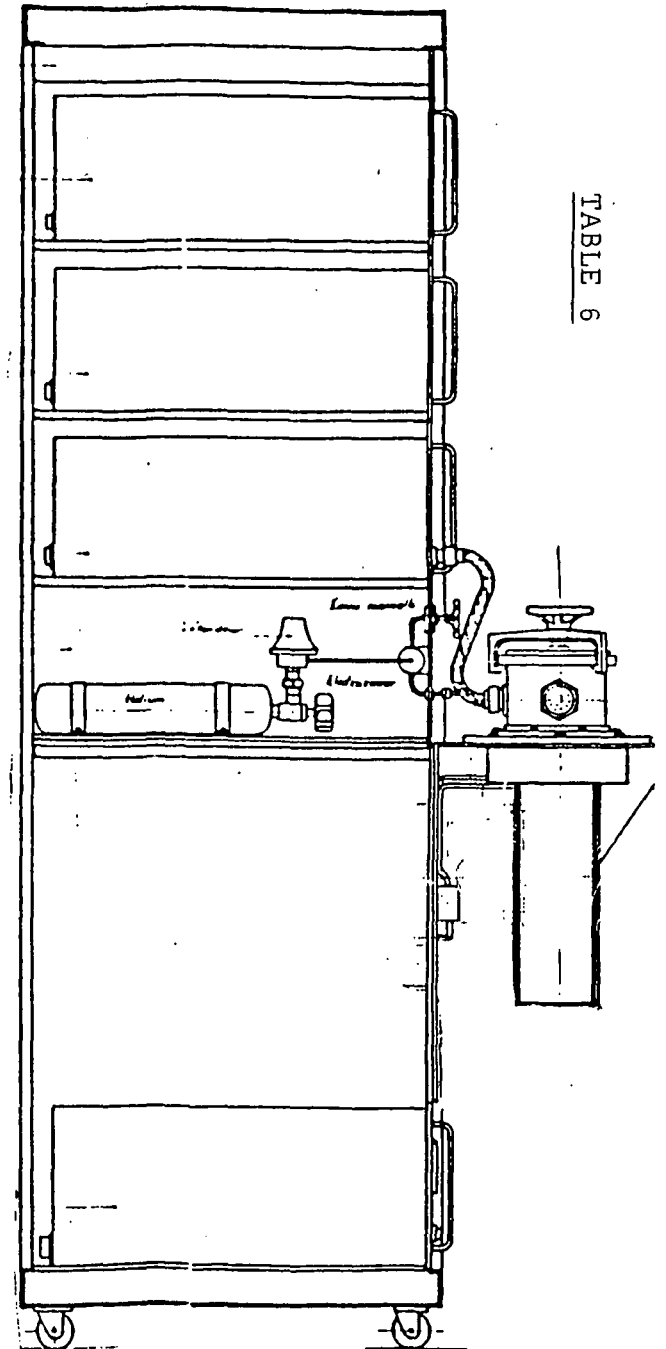


TABLE 6

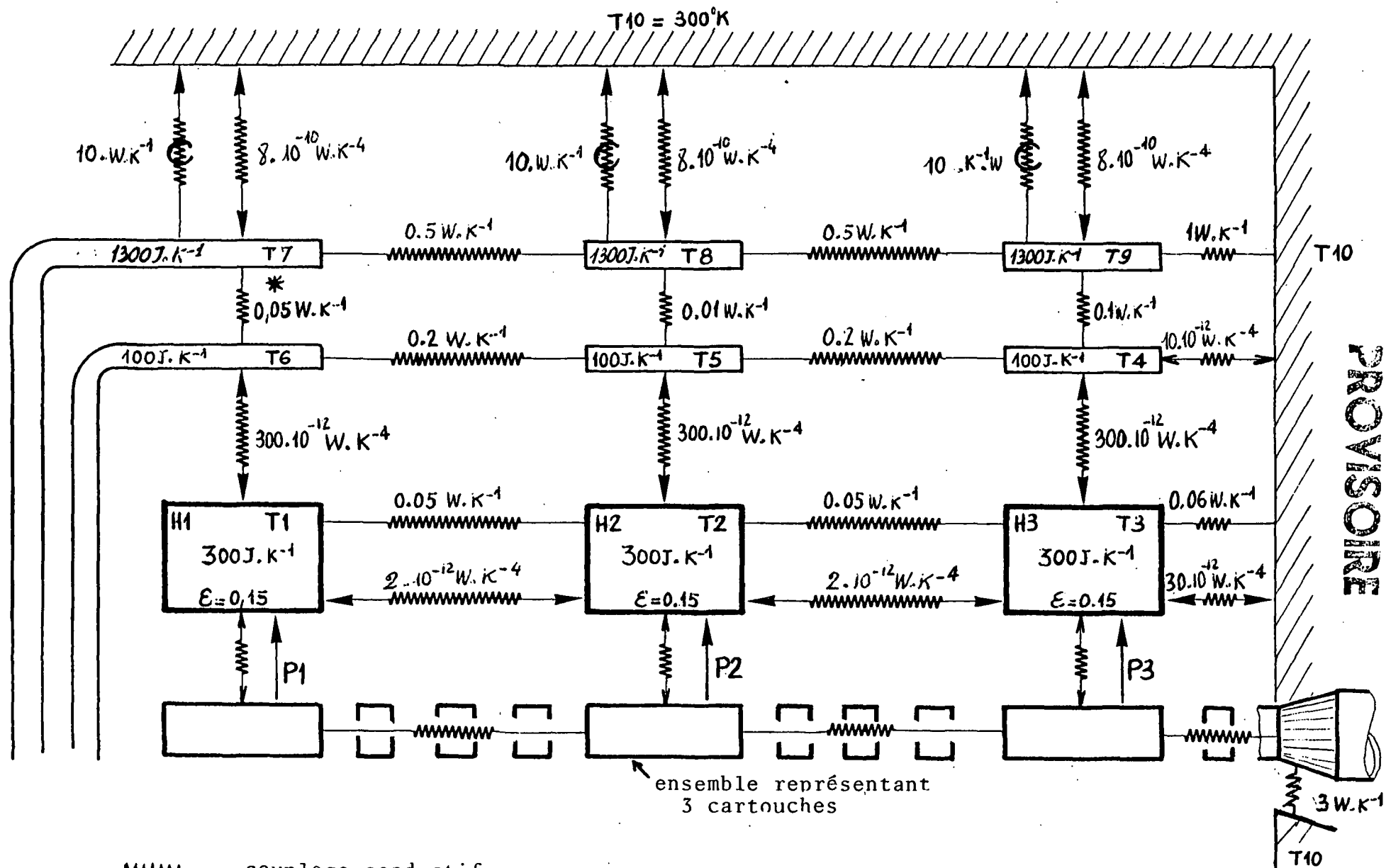


A N N E X E 2

MODELE MATHEMATIQUE SIMPLIFIE
DE L'ENSEMBLE FOUR + CARTOUCHE

-:-:-:-:-:-:-:-:-

PROVISOIRE



A N N E X E 3

CARACTERISTIQUES DES AMPLIFICATEURS DE THERMOCOUPLES

TYPES DE THERMOCOUPLES UTILISABLES

CARACTERISTIQUES DE LA PRISE ELECTRIQUE

-:-:-:-:-:-:-:-

CARACTERISTIQUES DES AMPLIFICATEURS
DES THERMOCOUPLES SCIENTIFIQUES

Pour les couples Platine - Platine-Rhodié. 10 %

- Gain en tension 626 \pm 0,2 %
- Tension d'entrée 0 - 15,34 mV (1500°C)
- Bande passante à - 3 dB : 0,50 Hz

Pour les couples Chromel-Alumel

- Gain en tension 202 \pm 0,2 %
- Tension d'entrée 0 - 47,56 mV (1200°C)
- Bande passante à - 3 dB : 2 Hz

SODERN

THERMOCOAX

donnant des informations sur les câbles blindés
à isolant minéral, thermocouples, éléments
chauffants, sur leur emploi, leurs applications
et les produits associés.

N° 15

25.10.71

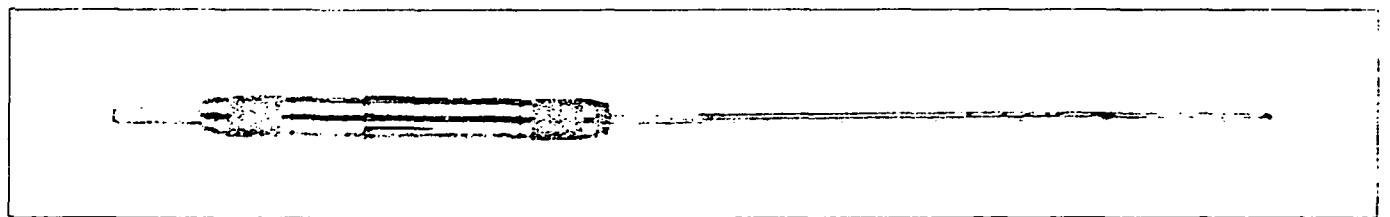
THERMOCOUPLES POUR HAUTES TEMPÉRATURES

PLATINE RHODIÉ-PLATINE

Les thermocouples platine rhodié-platine sont de loin les plus utilisés pour la mesure des températures dans le domaine 1000 °C-1500 °C, en particulier en milieu oxydant.

Depuis longtemps la SODERN réalise des thermocouples à base de platine sous forme de THERMOCOAX, c'est-à-dire avec une gaine métallique souple de faible diamètre et un isolant céramique en poudre fortement comprimé.

Un certain nombre d'améliorations ayant été apportées dans les couples THERMOCOAX à base de platine, il nous a semblé utile de regrouper dans ce document toutes les caractéristiques et les conditions d'utilisation de ces couples.



TYPES

	Code
Platine rhodié 10 %, platine pur (le plus utilisé)	2 PRe
Platine rhodié 13 %, platine pur	2 PRg
Platine rhodié 30 %, platine rhodié 6 %	2 Rd Rn

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Isolant : magnésie en poudre fortement compactée.

Gaine :

nature : Inconel (I) - platine rhodié (Re)
diamètre : 1,5 mm-2 mm pour tous les types.
1 mm pour couples 2 PRe I, ou 2 PRe Re.

Longueur : à la demande.

Remarque importante :

Les couples à gaine platine rhodié de diamètre 1,5 ou 2 mm peuvent être prolongés par du câble avec gaine en Inconel, les fils étant de même nature. La jonction correcte est constituée d'un petit tube en Inconel de diamètre 2 mm ou 2,5 mm serré le diamètre du couple et de longueur 20 mm.

Températures maximales d'utilisation

Gaine en Inconel : 1200 °C

Gaine en platine rhodié 10 % (Re)

	2 PRe	2 PRg	2 Rd Rn
En continu	1400 °C	1400 °C	1600 °C
Courte durée	1700	1700	1750

CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

Correspondance f.e.m.-température : voir tableaux.

Sensibilité en $\mu V/^{\circ}C$.

	2 PRe.	2 PRg	2 Rd Rn
1000 $^{\circ}C$	11,55	13,22	9,2
1500 $^{\circ}C$	11,9	13,8	10

Précision : reproductibilité de la f.e.m. d'un couple à un autre : $\pm 0,5\%$.

Résistance de ligne (somme des 2 fils) en ohms/m à 20 $^{\circ}C$

	Diamètre en 1 / 10 de mm		
Code	20	15	10
2 PRe I			
2 PRg I	5	9,5	21
2 P Re Re			
2 P Rg Re	3,5	5,7	15
2 Rd Rn I			
2 Rd Rn Re	3,9	6,1	

Coefficient d'augmentation de résistance en fonction de la température

Température en $^{\circ}C$	500	1000	1500
Platine pur	2,3	4,4	5,4
RT			
R20 $^{\circ}C$ Platine rhodié 10 % et 13 %	1,8	2,3	3

CONDITIONS D'UTILISATION

Rayon de courbure : Les thermocouples THERMOCOAX peuvent suivre un tracé sinueux. Le rayon de courbure minimal de la gaine, qu'il convient de respecter, est égal à trois fois son diamètre.

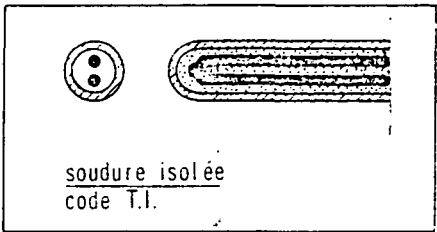
Remarque : Après avoir été chauffés à une température supérieure à 1000 $^{\circ}C$, les fils de platine et de platine rhodié sont un peu fragilisés par suite d'un grossissement du grain du métal. Ce phénomène est surtout sensible sur les éléments ayant fonctionné en atmosphère d'hydrogène. On évitera donc de recourber le couple après une première utilisation.

Cyclages thermiques : Les couples avec gaine en Inconel (I), utilisables jusqu'à 1200 $^{\circ}C$, sont plus sensibles aux cyclages thermiques du fait de la différence de dilatation entre les fils et la gaine, que ceux avec gaine en platine rhodié.

Gaine en platine rhodié : Le platine est le seul métal résistant à l'oxydation à haute température, mais il peut subir une corrosion grave en présence de plomb, d'étain, de bismuth, de fer, de zinc et de cadmium avec lesquels il forme des alliages fusibles qui peuvent polluer également les fils thermo-électriques.

Comportement des alliages platine rhodié sous flux neutroniques : Le rhodium est très neutrophage. Six mois suffisent pour que sous un flux de 10^{14} n/cm²/s, 20 % du rhodium se transmute en palladium.

SOUDURE CHAUDE : isolée de la gaine (TI).



STABILITÉ DES COUPLES PLATINE RHODIÉ-PLATINE

Une exposition de longue durée à haute température entraîne une légère diminution de la f.e.m. des couples dont un des fils est en platine pur. Cette diminution s'explique par : 1°) une diffusion du rhodium dans le platine au niveau de la soudure chaude,

2°) une contamination du fil de platine par des métaux résultant de la dissociation des

oxydes utilisés comme isolant (surtout en milieu réducteur).

Cette diminution de la f.e.m. conduit à une surestimation de la température de l'ordre de 5 $^{\circ}C$ après un séjour de 200 h à 1300 $^{\circ}C$. Ce phénomène est négligeable avec le couple platine rhodié 30 %-platine rhodié 6 %.

CABLES DE COMPENSATION TYPE 2 PR 35

Utilisables avec les couples platine rhodié 10 %-platine et platine rhodié-13 %-platine. Ils se présentent sous la forme d'un câble souple blindé par une tresse de cuivre recouverte d'isolant plastique. Les deux conducteurs multibrins sont isolés dans une gaine en plastique. Diamètre extérieur du câble : 3,5 mm. La température maximale d'emploi est de 100 $^{\circ}C$.

Identification du câble type 2 PR 35 :

Gaine extérieure : verte
Fil (+) : gaine jaune
Fil (-) : gaine verte (à relier au platine pur)
Résistance de ligne : 0,3 ohms/m

Le couple platine rhodié 30 %-platine rhodié 6 % ne nécessite pas l'emploi de câble de compensation, sa f.e.m. étant négligeable au-dessous de 50 $^{\circ}C$.

Mode de raccordement :

Le câble 2 PR 35 est normalement raccordé au thermocouple THERMOCOAX par une fiche démontable type MF 3.

CODIFICATION

Exemple de désignation d'un couple complet avec câble de compensation :

2 P Re	Re	15 / 0,30 m / TI	MF 3 / 2 P R 35 / 3 m
nature du couple	diamètre en 1 / 10 mm	soudure isolée	câble de compensation
	nature de la gaine	longueur du couple	fiche de raccordement
			longueur du câble de compensation

Afin d'éviter toute erreur dans la description du couple désiré, il est recommandé d'utiliser lors de la rédaction d'une commande, la désignation codifiée décrite dans l'exemple ci-dessus. Le code des différents couples THERMOCOAX proposés est donné dans le tableau des résistances de ligne.

Pour la mesure des températures pouvant atteindre 2200 $^{\circ}C$, en milieu réducteur, inerte, ou sous vide, la SODERN réalise également un autre type de thermocouple dont l'utilisation se développe beaucoup : le tungstène rhénium 5 %-tungstène rhénium 26 %. Celui-ci fera l'objet du prochain bulletin THERMOCOAX.

TABLE DE CORRESPONDANCES F. E. M / TEMPERATURE

Platine rhodié 10 % - Platine : Norme américaine N.B.S. (soudure froide à 0 °C)

	0 °C	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
Température	f.e.m. en millivolts									
0 °C	0	0,056	0,113	0,173	0,235	0,299	0,364	0,431	0,500	0,571
100	0,643	0,717	0,792	0,869	0,946	1,025	1,106	1,187	1,269	1,352
200	1,436	1,521	1,607	1,693	1,780	1,868	1,956	2,045	2,135	2,225
300	2,316	2,408	2,499	2,592	2,685	2,778	2,872	2,966	3,061	3,156
400	3,251	3,347	3,442	3,539	3,635	3,732	3,829	3,926	4,024	4,122
500	4,221	4,319	4,419	4,518	4,618	4,718	4,818	4,919	5,020	5,122
600	5,224	5,326	5,429	5,532	5,635	5,738	5,842	5,946	6,050	6,155
700	6,260	6,365	6,471	6,577	6,683	6,790	6,897	7,005	7,112	7,220
800	7,329	7,438	7,547	7,656	7,766	7,876	7,987	8,098	8,209	8,320
900	8,432	8,545	8,657	8,770	8,883	8,997	9,111	9,225	9,340	9,455
1000	9,570	9,686	9,802	9,918	10,035	10,152	10,269	10,387	10,505	10,623
1100	10,741	10,860	10,979	11,098	11,217	11,336	11,456	11,575	11,695	11,815
1200	11,935	12,055	12,175	12,296	12,416	12,536	12,657	12,777	12,897	13,018
1300	13,138	13,258	13,378	13,498	13,618	13,738	13,858	13,978	14,098	14,217
1400	14,337	14,457	14,576	14,696	14,815	14,935	15,054	15,173	15,292	15,411
1500	15,530	15,649	15,768	15,887	16,006	16,124	16,243	16,361	16,479	16,597
1600	15,716	16,834	16,952	17,069	17,187	17,305	17,422	17,539	17,657	17,774
1700	17,891	18,008	18,124	17,241	18,358	18,474	18,590			

Les tables de correspondance f.e.m./température des 3 types de couple à base de platine sont regroupées sur une même règle spéciale THERMOCOAX RC 1 proposée par la SODERN. Cette règle permet d'autre part d'effectuer instantanément la correction de soudure froide.

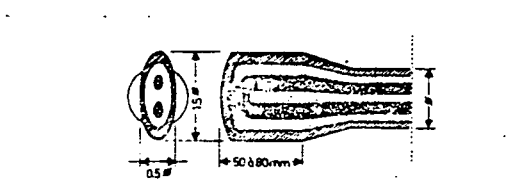
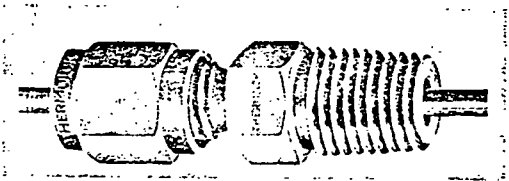
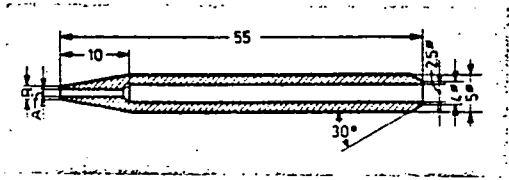
SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉTUDES ET RÉALISATIONS NUCLÉAIRES " SODERN "

SOCIETE ANONYME AU CAPITAL DE 3.000.000 de F.

10, rue de la Passerelle - 92 - SURESNES - FRANCE - Tél. : 772-09-42

Thermolok (fig. 16)

Passage étanche démontable en acier inoxydable. Filetage conique 1/16 NPT - Code: MG 10, MG 15, MG 20 pour les diamètres 1 - 1,5 - 2 mm.



Soudure à la masse Seulement sur 2AB de diam. laminée 0,34 mm et plus

Code TML

CABLES D'EXTENSION

Ce sont des câbles souples gainés sous plastique et blindés par tresse de cuivre recouverte de résine. Les conducteurs sont de même nature que ceux des thermocouples correspondants. Ils peuvent être fournis séparément.

Diamètre 3,5 mm
Longueur à la demande

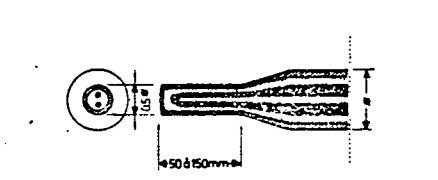
Type	Code
Chromel-Alumel	2AB 35
Fer-constantan	2FK 35
Chromel-constantan	2AK 35

Note: les thermocouples intégrés de la gamme standard sont livrés avec 2 m de câble d'extension.

ETALONNAGE

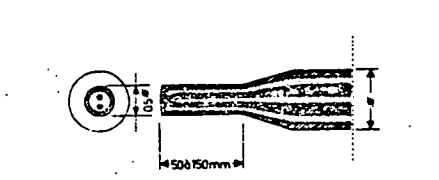
Les thermocouples terminés peuvent être étalonnés par rapport à la glace fondante, aux températures précisées dans le tableau ci-dessous. Pour chaque thermocouple étalonné, le client reçoit un certificat précisant la f.e.m. mesurée. Pour l'étalonnage, les thermocouples doivent avoir une longueur d'au moins 50 cm.

Températures d'étalonnage (°C)	
100	Ebullition de l'eau
231,85	Solidification de l'étain
327,4	Solidification du plomb
419,45	Solidification du zinc
630,5	Solidification de l'antimoine
960,5	Solidification de l'argent



Soudure isolée rétreinte Seulement sur 2AB de diam. 1 mm et plus

Code TIS



Soudure à la masse Seulement sur 2AB de diam. rétreinte 1 mm et plus

Code TMS

I. Table de correspondance* température/f.e.m. pour le Chromel-Alumel (2AB)

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	°C
Millivolts											
-100	-3,49	-3,78	-4,06	-4,32	-4,58	-4,81	-5,03	-5,24	-5,43	-5,60	-100
- 0	-0,00	-0,39	-0,77	-1,14	-1,50	-1,86	-2,20	-2,54	-2,87	-3,19	- 0
+ 0	0,00	0,40	0,80	1,20	1,61	2,02	2,43	2,85	3,26	3,68	+ 0
100	4,10	4,51	4,92	5,33	5,73	6,13	6,53	6,93	7,33	7,73	100
200	8,13	8,54	8,94	9,34	9,75	10,16	10,57	10,98	11,39	11,80	200
300	12,21	12,63	13,04	13,46	13,88	14,29	14,71	15,13	15,55	15,98	300
400	16,40	16,82	17,24	17,67	18,09	18,51	18,94	19,36	19,79	20,22	400
500	20,65	21,07	21,50	21,92	22,35	22,78	23,20	23,63	24,06	24,49	500
600	24,91	25,34	25,76	26,19	26,61	27,03	27,45	27,87	28,29	28,72	600
700	29,14	29,56	29,97	30,39	30,81	31,23	31,65	32,06	32,48	32,89	700
800	33,30	33,71	34,12	34,53	34,93	35,34	35,75	36,15	36,55	36,96	800
900	37,36	37,76	38,16	38,56	38,95	39,35	39,75	40,14	40,53	40,92	900
1000	41,31	41,70	42,09	42,48	42,87	43,25	43,63	44,02	44,40	44,78	1000
1100	45,16	45,54	45,92	46,29	46,67	47,04	47,41	47,78	48,15	48,52	1100
1200	48,89	49,25	49,62	49,98	50,34	50,69	51,05	51,41	51,76	52,11	1200

II. Table de correspondance* température/f.e.m. pour le Fer-Constantan (2FK)

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	°C
Millivolts											
-100	-4,63	-5,03	-5,42	-5,80	-6,16	-6,50	-6,82	-7,12	-7,40	-7,66	-100
- 0	-0,00	-0,50	-1,00	-1,48	-1,96	-2,43	-2,89	-3,34	-3,78	-4,21	- 0
+ 0	0,00	0,50	1,02	1,54	2,06	2,58	3,11	3,65	4,19	4,73	+ 0
100	5,27	5,81	6,36	6,90	7,45	8,00	8,56	9,11	9,67	10,22	100
200	10,73	11,34	11,89	12,45	13,01	13,56	14,12	14,67	15,22	15,77	200
300	16,33	16,88	17,43	17,98	18,54	19,09	19,64	20,20	20,75	21,30	300
400	21,85	22,40	22,95	23,50	24,06	24,61	25,16	25,72	26,27	26,83	400
500	27,39	27,95	28,52	29,08	29,65	30,22	30,80	31,37	31,95	32,53	500
600	33,11	33,70	34,29	34,88	35,48	36,08	36,69	37,29	37,91	38,53	600
700	39,15	39,78	40,41	41,05	41,68	42,32	42,96	43,60	44,25	44,89	700

III. Table de correspondance* température/f.e.m. pour le Chromel-Constantan (2AK)

Table de correspondance											°C
	10	20	30	40	50	60	70	80	90		
Millivolts											
-100	-5.18	-5.62	-6.44	-6.44	-6.83	-7.20	-7.55	-7.87	-8.17	-8.45	-100
(-) 0	0.00	-0.58	-1.14	-1.70	-2.24	-2.77	-3.28	-3.78	-4.26	-4.73	(-) 0
(+) 0	0.00	0.59	1.19	1.80	2.40	3.04	3.63	4.23	4.89	5.55	(+) 0
100	5.32	7.00	7.69	8.38	9.08	9.79	10.51	11.23	11.95	12.68	100
200	13.42	14.17	14.92	15.67	16.42	17.18	17.95	18.72	19.49	20.26	200
300	21.04	21.82	22.60	23.39	24.18	24.97	25.76	26.56	27.35	28.15	300
400	28.95	29.75	30.55	31.36	32.16	32.96	33.77	34.53	35.39	36.20	400
500	37.01	37.82	38.62	39.43	40.24	41.05	41.86	42.67	43.48	44.29	500
600	45.10	45.91	46.72	47.53	48.33	49.13	49.93	50.73	51.54	52.34	600
700	53.14	53.94	54.74	55.53	56.33	57.12	57.92	58.71	59.50	60.29	700
800	61.08	61.86	62.65	63.43	64.21	64.99	65.77	66.54	67.31	68.08	800
900	69.55	69.62	70.39	71.15	71.92	72.68	73.44	74.20	74.95	75.70	900

* Conforme à la Norme ASA

PRISE CANNON 9 BROCHES POUR
CARTOUCHES EXPERIMENTALES

La fiche électrique à utiliser est constituée par l'ensemble monobloc isolant + contacts à souder d'un connecteur mâle rectangulaire D subminiature type DEM 9P - NMB - PR 103 D.

La matière retenue pour l'isolant électrique est le Diallyl-phthalate non pigmenté et non broyé.

Une documentation CANNON est jointe à la suite.

Les approvisionnements pourront ne porter que sur l'isolant électrique muni de ses contacts.

Référence isolant : 144.5079.007

Référence contacts mâles à souder : 031.8805.000

**PRODUCT
INFORMATION
RELEASE**

File Amagnétiques

THE CANNON

CANNON EUROPE

PRODUCT
INFORMATION
RELEASE

Page 2. -

Issued by	CANNON FRANCE
Number	75-002-CUS
Date	22.04.75
File	Amagnétiques



2. Connecteurs amagnétiques GODDARD

Connecteurs amagnétiques suivant normes GODDARD :

- . GSFC S 311 P 10 pour connecteurs D+M à contacts à souder
- . GSFC S 311 P4 pour connecteurs D+MA à contacts à sertir

Ces normes permettent de fabriquer des connecteurs sous contrôle du "Goddard Space Flight Center" aux USA. Elles représentaient jusqu'à ce jour les normes de référence pour des connecteurs D+M/ D+MA d'utilisation spatiale.

TABLEAU II

REFERENCES	Boîtier			Isolant	Protection des contacts
	Matière	Protection	Trous de fixation (mm)		
D+M) D+MA) -P/S-NMB/C.76	laiton	or sur cuivre	ø3.91	diallylph. non pigm. non broyé	or épais sur cuivre
D+M) D+MA) -P/S-NMB/C.77	laiton	or sur cuivre	ø3.05	-id-	or épais sur cuivre
D+M) D+MA) -R/F-P/S-NMB/C.78	laiton	or sur cuivre	ø2.18 avec montage flot- tant (R ou F)	-id-	or épais sur cuivre

.../...

CANNON EUROPE

PRODUCT INFORMATION RELEASE

Page 3.-

Issued by

CANNON FRANCE

Number 75-002 - CUS

Date 22.04.75

File Amagnétiques



3. CONNECTEURS AMAGNETIQUES SCC

Connecteurs amagnétiques suivant norme européenne SCC PR 000. Afin de satisfaire plus particulièrement les utilisateurs européens, CANNON FRANCE a été choisi par l'Organisation de Recherches Spatiales Européenne (ESRO) ainsi que par le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) afin de fabriquer des connecteurs amagnétiques D*M/D*MA suivant une nouvelle norme européenne SCC PR 000 et ses feuilles particulières :

- . PR 101 pour les connecteurs D*MA,
- . PR 102 pour les contacts
- . PR 103 pour les connecteurs D*M.

Comme prévu par la norme SCC, ces connecteurs peuvent être livrés, suivant l'utilisation pour laquelle ils sont prévus, conformes à trois niveaux d'essais différents :

Niveau A : niveau le plus élevé plus particulièrement prévu pour utilisation sur modèles de vol ;

Les connecteurs "niveau A" sont prévus en remplacement, pour l'utilisation européenne, des connecteurs Goddard, modèles -77 et -78 (tableau II) étant bien entendu que le niveau de contrôle de ces connecteurs est beaucoup plus élevé que ceux conformes à la norme Goddard, en particulier grâce à des contrôles unitaires systématiques sur composants, ainsi que des essais destructifs sur des prélèvements effectués sur chacun des lots de fabrication.

Niveau C : niveau intermédiaire et préféré.

Les connecteurs niveau C peuvent aussi remplacer les connecteurs Goddard et peuvent être utilisés sur les modèles d'essais et vol. Ils sont assemblés sous contrôle très strict et sont identiques aux connecteurs niveau A à ceci près qu'ils ne subissent pas les tests destructifs du niveau A.

Niveau D : niveau le moins élevé correspondant aux connecteurs "modèle K56, tableau I" mais ayant subi un contrôle plus sévère.

CANNON EUROPE

PRODUCT INFORMATION RELEASE

Page 4. -

Issued by
CANNON FRANCE

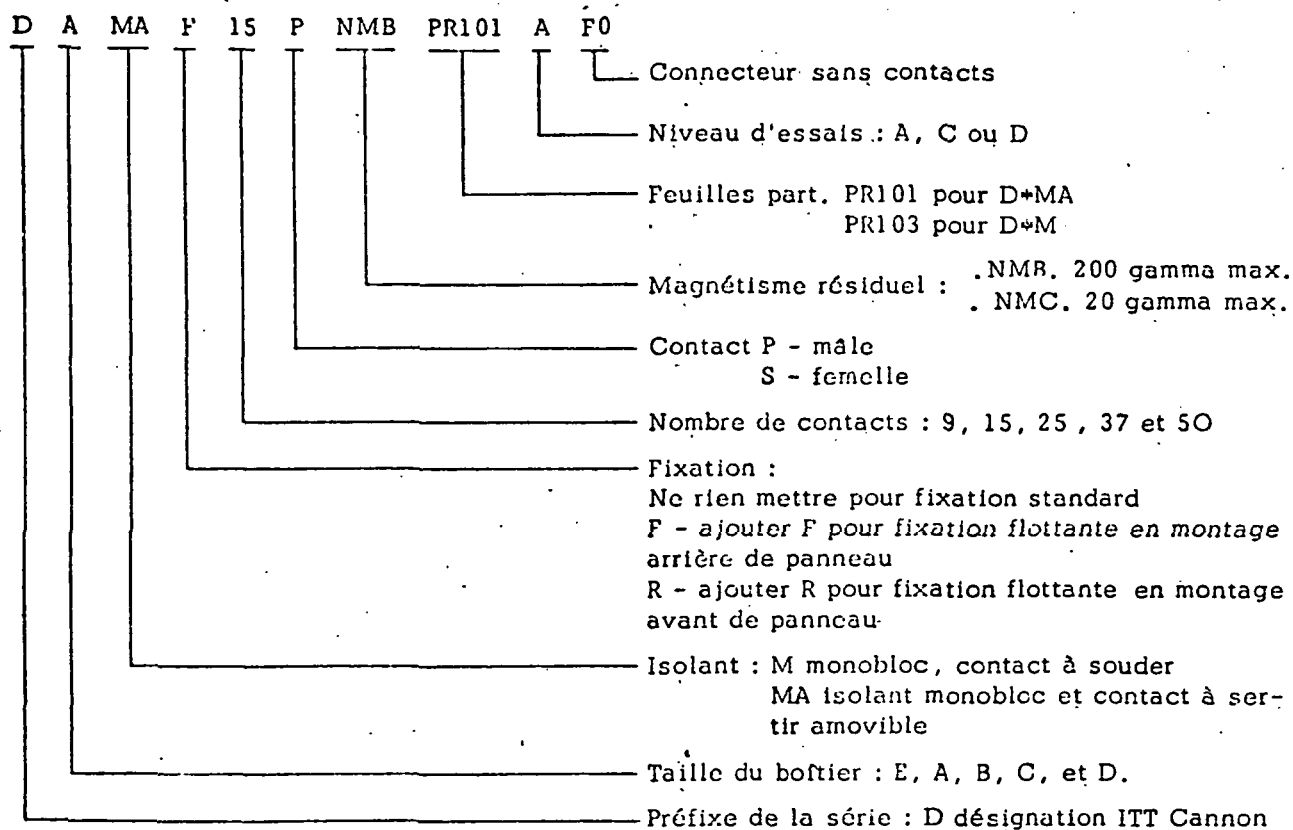
Number 75-002 - CUS

Date 22.04.75

File Amagnétiques



Ces trois lettres précisant le niveau d'essai apparaissent en fin de désignation du connecteur après le suffixe "PR 101" ou "PR 103". Voir ci-dessous :



.../...

PRODUCT INFORMATION RELEASE

Issued by
CANNON FRANCE.

Number	75-002 - CUS
--------	--------------

Date 22.04.75

File **Amagnétiques**



REFERENCES	Boftier			Isolant	Protection des contacts
	Matière	Protection	Trous de fixation (mm)		
D+M-P/S-NMB/C PR103 A, C, ou D) D+MA-P/S-NMB/C PR101) A, C ou D)	l'alton	or sur cuivre	§3.05	diallyph. non pigm. non broyé	or épais. sur cuivre
D+MR/F-P/S-NMB/CFR103) A, C ou D) D+MAR/F-P/S-NMB/CFR101) A, C ou D)	l'alton	or sur cuivre	§2.18	-id-	-id-

..... /

CANNON EUROPE

PRODUCT
INFORMATION
RELEASE

Page 6. -

Issued by	CANNON FRANCE
Number	75-002-CUS
Date	22 04.75
File	Amagnétiques



Contacts

Les connecteurs D+MA, quelles que soient les normes auxquelles ils se rattachent, peuvent être livrés sans contacts. Les tableaux ci-dessous précisent leurs références.

SPECIFICATION GODDARD

Contact	Jauge de fil (AWG)	Référence des contacts	
		Mâle	Femelle
20	20,22,24	330 - 5291 - 054	031 - 1007 - 056
20 - 26	26,28,30	330 - 5291 - 056	031 - 1007 - 057

SPECIFICATION SCC

Contact	Jauge de fil (AWG)	Niveau d'essai	Référence des contacts	
			Mâle	Femelle
20	20,22,24	D	330 - 5291 - 054	031 - 1007 - 056
		C	030 - 8845 - 000	031 - 8785 - 000
		A	030 - 8846 - 000	031 - 8786 - 000
20 - 26	26,28,30	D	330 - 5291 - 056	031 - 1007 - 057
		C	030 - 8847 - 000	031 - 8787 - 000
		A	030 - 8848 - 000	031 - 8788 - 000

Alan GOULD
Chef de Produits

Distribution : III + Cannon Belgique

A N N E X E 4

MATERIAUX UTILISABLES POUR REALISER LA NACELLE H.T.

-:-:-:-:-:-:-:-

Product Data



KAWECKI BERYLCO INDUSTRIES, INC.

Metals & Alloys

File Number
12533-PD

COLUMBIUM

220 East 42nd Street, New York, N.Y. 10017 Phone: (212) 686-1253 Telex: 125332

COLUMBIUM (Niobium)

Columbium was discovered twice. In 1801 C. Hatchet isolated a metal which he called columbium to honor the discoverer of the land from which the ore had come. In 1844, Rose separated a metal from a tantalum ore. He named this after Niobe, the daughter of Tantalus. It was later shown that the two metals were really the same element. The resulting dispute over names was resolved in 1949 when the International Union of Chemistry selected niobium as the name for element No. 41. However, the use of the name Columbium still persists, particularly in the United States.

Columbium finds its greatest use in alloys. Addition to 18-8 stainless steel inhibits intergranular corrosion. It acts as a grain refiner in structural steels. Columbium improves resistance to thermal shock, hot ductility and tensile strength of the non-ferrous super alloys being used in jet engines, turbines and missile engines. Columbium compounds are used as coatings on welding rods for stabilized stainless and alloy steels.

Columbium and Columbium alloys are used as superconductors. At 9.15K (-443°F) Columbium loses all

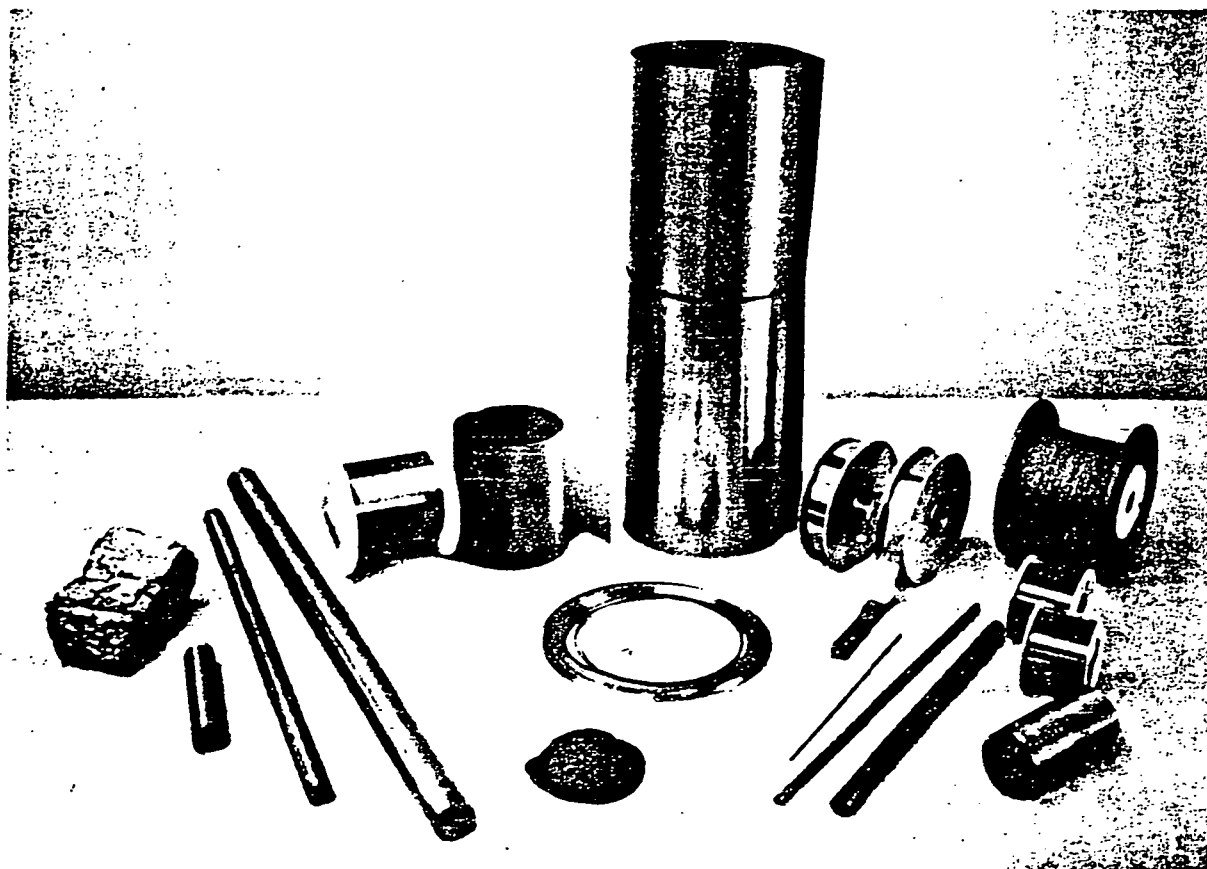
electrical resistance. Alloying with other metals can raise this critical temperature as high as 18.45K for Cb-Sn.

Columbium alloys with small additions of Zirconium, Hafnium, Molybdenum, Tungsten also find use as high temperature materials of construction.

Columbium has excellent resistance to chemical corrosion. It can provide economical protection in severe environments which do not require the extreme inertness of tantalum. Its corrosion resistant nature, coupled with its small thermal neutron-capture cross section (only 1.1 barns) has led to extensive use in nuclear power plants.

Two of the more important compounds of Columbium are Columbium pentoxide (Cb_2O_5) and Columbium carbide (CbC). The oxide is used in high quality, high refractive index optical glass. The carbide, added to other refractory metal carbides, improves toughness and shock resistance of cutting tools and hot pressing dies.

Kaweck Beryleo Industries is a basic, integrated producer of Columbium metal, Columbium master alloys, superconductors, super alloys, and chemicals.



TYPICAL PROPERTIES

ATOMIC AND CRYSTALLOGRAPHIC

Atomic number	41
Atomic weight	92.91
Atomic volume	10.83 cm ³ /g-atom
Lattice type	Body centered cubic
Lattice constant	
at 20°C (67°F), A	3.294
Cross section, thermal	
neutrons (barns/atom)	1.1

THERMAL

Melting point	4474°F (2467°C)
Boiling point	8900°F (4926°C)
Linear coefficient of expansion	
(in/in/°F x 10 ⁻⁷)	(See figure 1)
932°F (500°C)	41.5
1292°F (700°C)	42.4
1652°F (900°C)	43.3
1832°F (1000°C)	43.8
Thermal conductivity	BTU/hr/ft/°F
575°F (302°C)	31
1470°F (799°C)	33
2190°F (1199°C)	35
3270°F (1788°C)	42
Specific heat	.065
Spectral emissivity at	
λ = 0.667μm	0.374
Recrystallization temperature	1650-2200°F (899-1204°C)
Stress relieving temperature	1400-1475°F (760-802°C)
Heat of fusion (BTU/#)	124.2
Ductile to brittle transition	
temperature	< -320°F (< -195°C)

ELECTRICAL

Electrical conductivity %IACS	12
Electrical resistivity (Ohm-cm)	(see figure 2)
75°F (24°C)	17 x 10 ⁻⁶
1650°F (899°C)	50 x 10 ⁻⁶
Thermionic work function (ev)	4.01
Electron emission A	
{Amp(cm)} ⁻² {°K} ⁻²	37
Magnetic susceptibility	
(10 ⁻⁶ CGS)	2.28
Total emissivity	
at 2732°F (1500°C)	0.19
at 3632°F (2000°C)	0.24
Positive-ion emission (ev)	5.5
Work function (ev)	4.01
Ionization potential (v)	6.77
Total radiation (watts/cm ²)	
at 3416°F (1880°C)	22
at 3596°F (1980°C)	30

PHYSICAL AND MECHANICAL

Specific Gravity g/cm ³	8.57
Density (#/in ³)	.310
Refractive index	1.80
Tensile strength (psi x 10 ³)	
Room temperature	35
1470°F (799°C)	21
2190°F (1199°C)	5
Yield strength (psi x 10 ³)	
Room temperature	25
1470°F (799°C)	13
2190°F (1199°C)	4
Modulus of elasticity (Young's Modulus) (psi x 10 ⁶)	
Room temperature	14.3
1470°F (799°C)	12.0
2190°F (1199°C)	11.0
3270°F (1788°C)	7.5
Poisson's ratio	.38
Stress for rupture (psi x 10 ³)	10 hours 100 hours
1800°F (982°C)	9 8
2000°F (1093°C)	5.5 4.7
Elongation % in 2"	
Room temperature	40
1470°F (799°C)	40
2190°F (1199°C)	45
Typical hardness	
	90 DPH
	48 Rockwell B
	81 Brinnell
	250 Knoop

TYPICAL PROPERTIES

CORROSION RESISTANCE

Gases

Air (see figure 3)

446°F (230°C) Reaction begins

734°F (388°C) Accelerated reaction begins

Nitrogen

572°F (300°C) Reaction begins

Hydrogen

400°F (204°C) Reaction begins

Fluorine

Attacked

Chlorine

392°F (200°C) Reaction begins

Steam

750°F (399°C) Fair resistance

Metals — molten

Lithium, magnesium, potassium, sodium

1800°F (982°C) Maximum

Aluminum

Attacked

Lead

1560°F (849°C) Maximum

Mercury

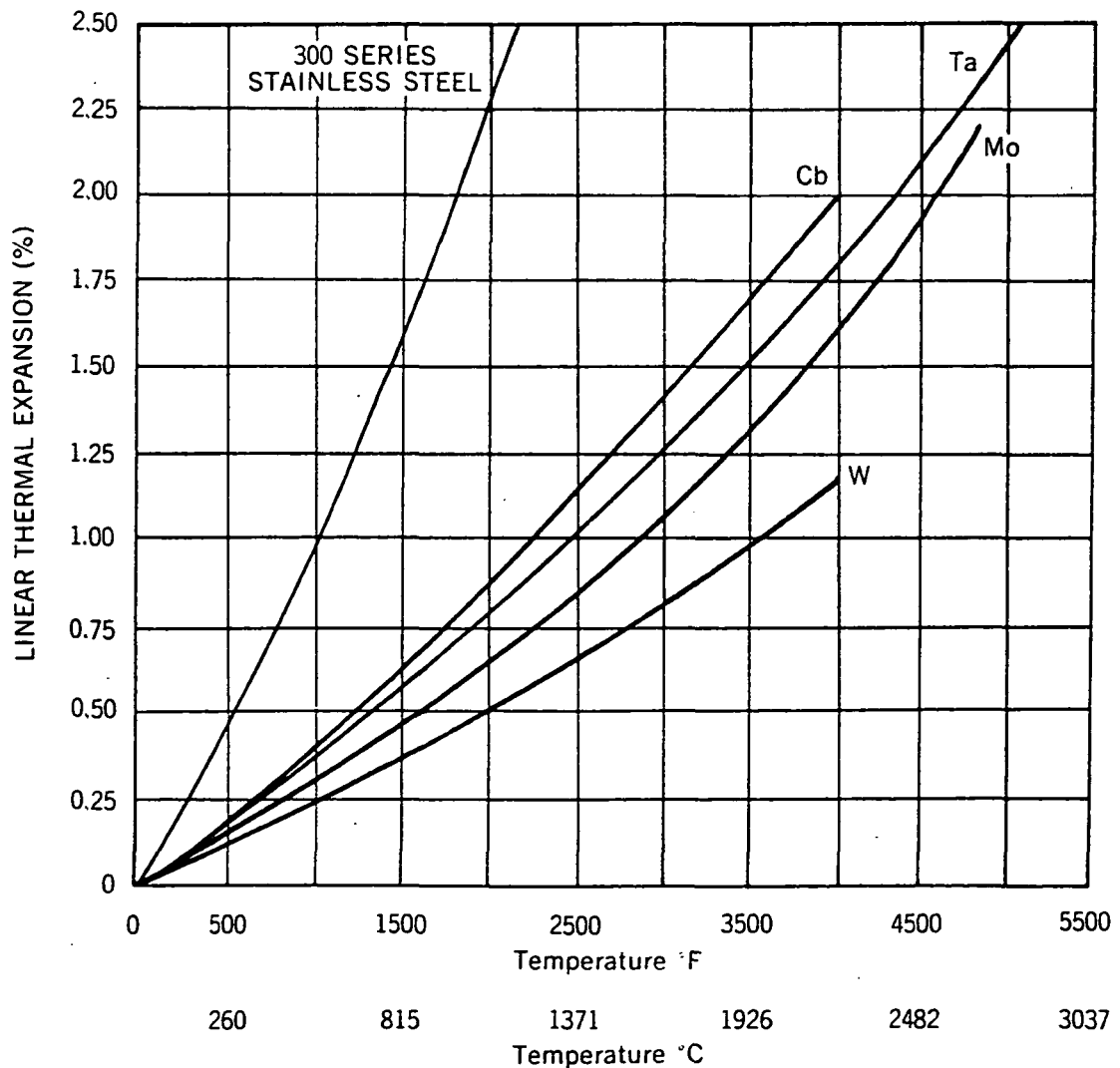
1110°F (599°C) Maximum

Bismuth

1000°F (538°C) Maximum

FIGURE 1

LINEAR EXPANSION DATA



CHEMICAL CORROSION RESISTANCE

CHEMICAL	TEMPERATURE				TEMPERATURE		
	(20°C) 68°F	(60°C) 140°F	(100°C) 212°F		(20°C) 68°F	(60°C) 140°F	(100°C) 212°F
Acetaldehyde	S	S	S	Ketones	S	S	S
Acetic Acid (10%)	S	S	S	Lactic Acid (100%)	S	S	S
Acetic Acid (Glac. and Anh.)	S	S	S	Maleic Acid	S	S	S
Acetone	S	S	S	Mercuric Chloride	S	S	S
Acetylene	S	S	S	Naphtha	S	S	S
Alcohols (most)	S	S	S	Naphthalene	S	S	S
Aliphatic Esters	S	S	S	Nickel Salts	S	S	S
Aliphatic Halogen				Nitric Acid (<25%)	S	S	S
Compounds-Chloroform	S	S	S	Nitric Acid (50%)	S	S	S
Alum	S	S	S	Nitric Acid (95%)	S	S	NR
Aluminum Chloride	S	S	S	Oils, Essential	S	S	S
Ammonia Anhydrous	S	S	S	Oils, Mineral	S	S	S
Ammonium Chloride	S	S	S	Oils, Vegetable and Animal	S	S	S
Amyl Acetate and Chloride	S	S	S	Oxalic Acid	NR	NR	NR
Aniline and Compounds	S	S	S	Oxygen	S	S	S
Aqua Regia	S	NR	NR	Perchloric Acid	S	S	S
Aromatic Solvents	S	S	S	Phenol	S	S	S
Benzoic Acid	S	S	S	Phosphoric Acid (25%)	S	S	NR
Boric Acid	S	S	S	Phosphoric Acid (50%)	S	S	NR
Brines, Saturated	S	S	S	Phosphoric Acid (95%)	S	S	NR
Bromine, Moist	S	S	S	Potassium Hydroxide	NR	NR	NR
Calcium Chloride	S	S	S	Pyridine and Compounds	S	S	S
Carbon Disulphide	S	S	S	Sea Water	S	S	S
Carbonic Acid	S	S	S	Silicic Acid	S	S	S
Chlorine, Dry	S	S	S	Silver Nitrate	S	S	S
Chlorine, Wet	S	S	S	Sodium Carbonate	NR	NR	NR
Chlorides of Na, K, Mg.	S	S	S	Sodium Hydroxide	NR	NR	NR
Chromic Acid (80%)	S	S	—	Sodium Hypochlorite	NR	NR	NR
Citric Acid	S	S	S	Sodium Silicate	NR	NR	NR
Copper Salts (most)	S	S	S	Sodium Sulphide	S	S	S
Cyclohexane	S	S	S	Starch	S	S	S
Detergent, Synthetic	S	S	S	Sugar and Syrups	S	S	S
Emulsifiers	NR	NR	NR	Sulphates of Na, K, Mg., Ca	S	S	S
Ether	S	S	S	Sulphites	S	S	S
Fatty Acids (C ₁₇ -C ₂₁)	S	S	S	Sulphonic Acids	S	S	S
Ferric Chloride	S	S	S	Sulphur	S	S	S
Ferric Sulphate	S	S	S	Sulphur Dioxide, Dry	S	S	S
Fluorine	NR	NR	NR	Sulphur Dioxide, Wet	S	S	S
Formaldehyde	S	S	S	Sulphur Trioxide	NR	NR	NR
Formic Acid	S	S	S	Sulphuric Acid (20%)	S	S	S
Glycerine	S	S	S	Sulphuric Acid (50%)	S	NR	NR
Glycols	S	S	S	Sulphuric Acid (70%)	S	NR	NR
Hexamine	S	S	S	Sulphuric Acid (95%)	S	NR	NR
Hydrochloric Acid (10%)	S	NR	NR	Tallow	S	S	S
Hydrochloric Acid (Conc.)	S	NR	NR	Tannic Acid (10%)	S	S	S
Hydrofluoric Acid	NR	NR	NR	Tartaric Acid	S	S	S
Hydrogen Peroxide (30%)	S	—	—	Trichlorethylene	S	S	S
Hydrogen Sulphide	S	S	S	Vinegar	S	S	S
				Yeast	S	S	S
				Zinc Chloride	S	S	S

S = SATISFACTORY

NR = NOT RECOMMENDED

AVAILABILITY

The following is the availability of the various forms of columbium metal:

Sheet, Foil and Strip

Gauge (inches)	Width	Maximum Length	Ann.	Unann.
.015-.070	36"	96" 144"	X	X X
.001-.004	24"	coil		X
.005				
.010	18-24"	coil	X	X
.015				
.020				
.001	12"	coil		X
.002	12"	coil	X	X
.003				
.004	12"	coil	X	X
.005				
Capacitor Grade				
.0003-.001	1/8-1/2"	coil		X
.000125-.0003	1/8-4"	coil		X

Wire, Rod and Ingot

	Diameter (inches)	Form
Wire	.010-.125	Spooled, coiled, or straight length
Rod	.125-.625	Coiled or straight length
	.625-3"	Straight length
Ingot	3-7.5"	Straight length
Tubing	Seamless tubing is produced in sizes ranging from .040" o.d. x .002" wall up to 1" o.d. x .020 to .100" wall. Larger diameter heavier wall tubing is available up to 3" o.d. x .250 wall. Welded tubing is also available.	
Powder	Powder running 20 mesh by down is regularly stocked. Specific screen sizes within this range are available on inquiry.	

REFERENCES

Figure # 1 — WDAC Technical Report 59-476

Figure #2 — DMIC Report 188

Figure #3 — "Effects of Alloy on the Kinetics of Oxidation of Niobium"

W. D. Klopp, C. T. Sims, R. I. Jaffee, BMI Sept., 1958

METHODS AND PROCEDURES FOR FORMING, DEEP DRAWING, WELDING AND MACHINING

Columbium may be fabricated using most conventional procedures. It is important to note that annealed columbium, like tantalum, copper, lead, stainless steel and some other metals, is "sticky", having a strong tendency to gall seize and tear. All fabrication is normally done cold. Heavy sections for forging can be heated without protection to approximately 700°F (371°C). Sections can be hot forged at temperatures ranging from 1400°F (760°C) to 2200°F (1204°C), but must be protected from atmospheric contamination.

FORMING AND STAMPING

Most sheet metal fabrication of columbium is done in the thickness range from 0.004" to 0.060". The notes below apply to metal in this size range.

Blanking or punching. Steel dies are used. The clearance between the punch and die should be close to 6% of sheet thickness. Close adherence to this clearance is important, and the use of light oil, carbon tetrachloride, or trichloroethane is recommended to prevent scoring of the dies.

Form Stamping techniques are similar to those used with mild steel, except that precautions should be taken to prevent seizing or tearing of the metal. Dies may be of steel, except where there is considerable slipping of the metal, in which case aluminum bronze or beryllium copper, should be used. Low melting alloys such as Kirksite may be used for experimental work or short runs. Rubber or pneumatic die cushions should be used where required.

Deep Drawing (where the depth of the draw in the finished part is equal to or greater than the diameter of the blank). Annealed columbium sheet should be used. Columbium does not work-harden as rapidly as most metals, and work-hardening begins to appear at the top rather than at the deepest part of the draw. If the piece is to be drawn in one operation, a draw in which the depth is equal to the diameter of the blank can be made. If more than one drawing operation is to be performed, the first draw should have a depth of not more than 40 to 50% of the diameter. A greater amount of reduction can be made with thicker than with thinner columbium.

Dies should be made of aluminum bronze, although the punch may be steel if there is not too much slippage encountered. Sulphonated tallow or Johnson's number 150 Drawing Wax is recommended as a lubricant.

Spinning is done by conventional techniques, using steel roller wheels as tools, though yellow brass may be used for short runs. Yellow soap, Johnson's Number 150 Drawing Wax or an equivalent may be used as a lubricant.

CLEANING AND GRIT BLASTING

Cleaning and Degreasing. Conventional methods and materials may be used, although hot caustics must be avoided.

Grit Blasting. The recommended procedure is a few seconds with No. 90 steel grit at a pressure of 20 to 40 pounds, followed by thorough cleaning in hot hydrochloric acid. Sand, alumina, silicon carbide or other abrasives should not be used because they become embedded in the columbium and cannot be removed with any chemical treatment which would not damage the columbium.

WELDING

Columbium may be welded to itself and certain other metals by resistance welding and to itself by inert gas arc welding. Acetylene torch welding is destructive to the metal.

Resistance welding can be done with conventional equipment, and methods are not substantially different from those used in welding other materials. Because its melting point is 1700°F. higher than that of SAE 1020 steel and its resistivity is only two-thirds that of SAE 1020 steel, columbium requires a higher power input to accomplish a sound weld. The weld duration should be kept as short as possible in the range of one and ten cycles (60 cps) to prevent excessive external heating. Where possible, the work should be flooded with cooling water.

RWMA Class 2 electrodes are recommended, with internal water cooling. As in all resistance welding, the work must be cleaned free of dirt and oxides. The electrode contours should be kept of a constant area and contour to prevent lowering of current and pressure densities.

Strong, ductile welds can be made by the tungsten inert gas (TIG) method. Extreme care must be taken to cover with an inert gas all surfaces which are raised above 600°F (315°C) by the welding heat.

Helium, argon or a mixture of the two gases, creates an atmosphere which prevents embrittlement by absorption of oxygen, nitrogen or hydrogen into the heated metal. Where a pure, inert atmosphere is provided, the fusion and adjacent area will be ductile. Extremely ductile welds can be obtained in a welding chamber which can be evacuated and purged with inert gas.

Where the use of a welding chamber is not practical, the heated surfaces can be protected by proper gas-backed fixturing. Weld ductilities in the order of 180° bend over one metal thickness can be consistently accomplished where backup gas fixtures and gas filled trailing cup are used.

MACHINING

In lathe operations, high speed tools, with high cutting speeds have been found most satisfactory. Tools should be kept sharp, and should be ground with as much positive rake as the strength of the tool will withstand. The same rakes and angles as are used with soft copper will usually give satisfactory results with columbium. A minimum speed of 100 surface feet per minute will be correct for most turning operations. Slower speeds will cause the metal to tear, especially if annealed metal is being cut. Cemented carbide and non-ferrous cast alloy cutting tools have not usually been satisfactory because of the tendency of columbium to weld itself to the cutting edge. Carbon tetrachloride or trichloroethane is recommended as a cutting medium; and the work must be kept well flooded at all times. Even when filing or using emery cloth, the file or cloth must be kept well wetted with one of these compounds.

The same general procedures must be followed when milling, drilling, threading or tapping columbium. Milling cutters should be of the staggered tooth type, using plenty of back and side relief. In drilling, the point of the drill should be relieved so that it does not rub the work. In threading larger diameters, it is preferable to cut the threads on a lathe rather than with a threading die. When dies or taps are used, they must be kept free of chips and cleaned frequently. Extremely light finishing cut should be avoided. It is better to use sharp tools and light feeds and finish the work in one cut.

Grinding of columbium is difficult, and should be avoided if possible. Grinding of annealed columbium is almost impossible, but cold worked columbium can be ground with fair results by using silicon carbide wheels. Carborundum 120-T wheels or equivalent can be used for rough grinding. 120-R or 150-R wheels for finishing. Most other wheels load rapidly when grinding columbium.

Columbium can be polished, but a mirror-like finish cannot be expected. Satisfactory results are obtained by beginning with 4-0 metallographic emery cloth wet with carbon tetrachloride, and finishing with jewelers rouge and a huffing wheel.

WIRE FORMING

Columbium wire, especially when annealed, is very malleable and ductile, and easily worked cold. It can

be bent 180° around its own diameter and straightened with no sign of splitting or cracking. Conventional forming methods may be used, except that tools and guides should be made of aluminum bronze to avoid scoring or galling of the wire.

HEALTH & SAFETY FACTORS

Compounds of columbium such as fluorides, oxybromides, hydrides, exhibit hazards typical of those salts. Contact with the complex fluoro salts must be avoided. Fine columbium powder is pyrophoric and can create explosive mixtures with air. Columbium powder fires should be smothered with salt, soda ash, or dry type fire extinguishers.

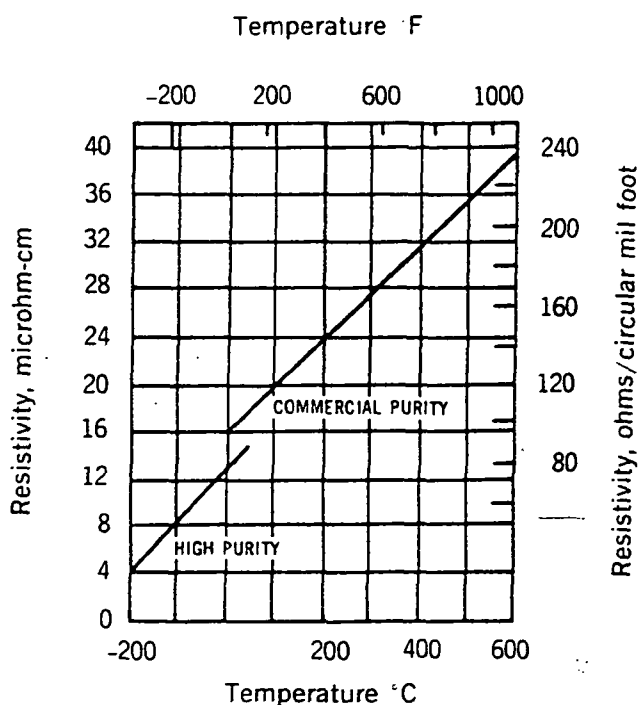
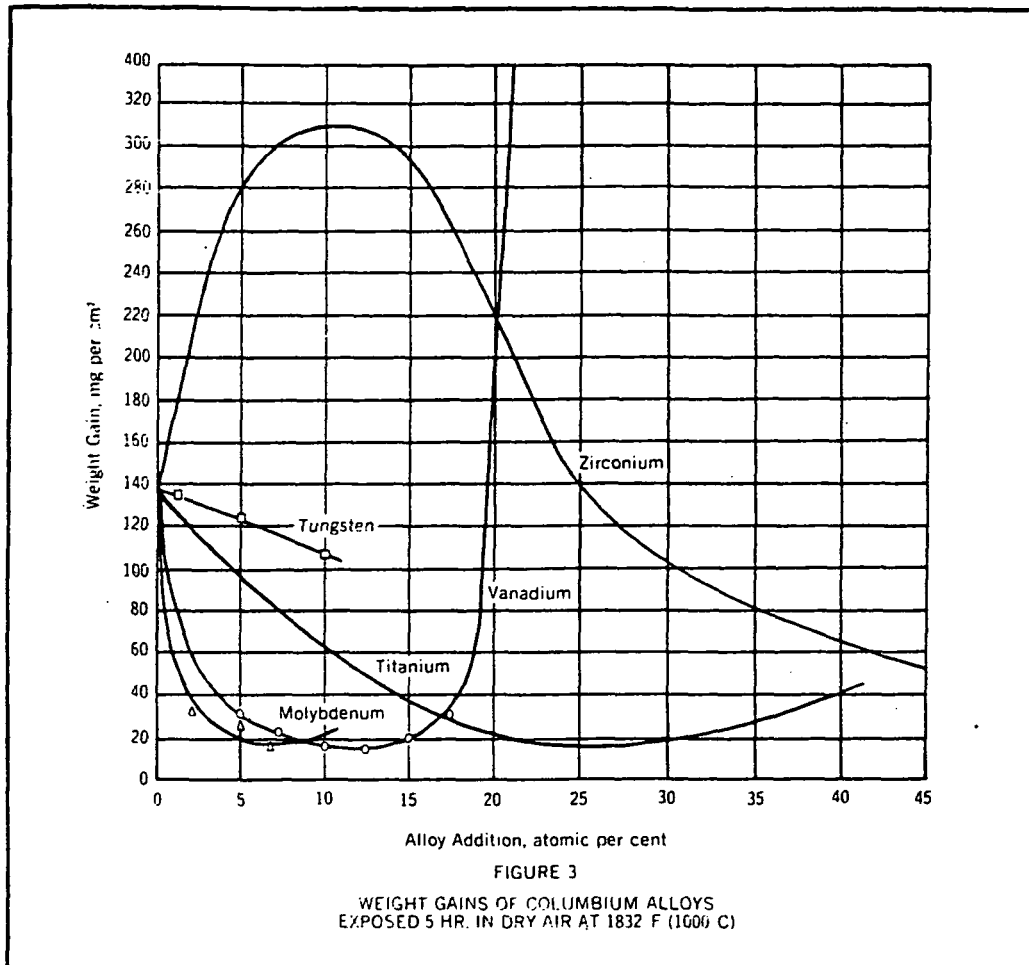


FIGURE 2

ELECTRICAL RESISTIVITY OF COLUMBIUM

METALS & ALLOYS COLUMBIUM



Immediate Information and Assistance Is Available From:

General Sales Office

NEW YORK, N.Y.
220 East 42nd Street, New York, N.Y. 10017
Phone: 212/682-7143
Telex: 126332 TWX 710-581-5199

Field Sales Offices

ATLANTA, GA
4 Executive Park Drive NE Atlanta, Ga 30329
Phone: 404/631-0079

BOSTON, MASS
235 Bear Hill Road Waltham, Mass 02154
Phone: 617/899-8265

CHICAGO, ILL
3156 Des Plaines Ave Des Plaines, Ill 60016
Phone: 312/824-6133 312/299-3371
TWX: 910-233-3504

CLEVELAND, OHIO
23811 Chagrin Blvd Cleveland, Ohio 44122
Phone: 216/464-8860

DALLAS, TEXAS
1166 Shadyglen Circle Richardson, Texas 75069
Phone: 214/231-0272

DAYTON, OHIO
3300 S. Dixie Avenue Dayton, Ohio 45439
Phone: 513/298-1433

DETROIT, MICH
5649 Van Born Court Dearborn, Mich 48125
Phone: 313/278-9300
TWX: 810-221-6259

LOS ANGELES, CALIF
Suite 522, 3711 Long Beach Blvd. Long Beach, Calif. 90807
Phone: 213/595-4525
TWX: 910-341-6833

PALO ALTO, CALIF
Suite 206, 750 Welch Road Palo Alto, Calif. 94304
Phone: 415/323-9625

PHILADELPHIA, PA
1617 JFK Blvd. Philadelphia, Pa 19103
Phone: 215/568-2071

SEATTLE, WASH
P.O. Box 1105 Bellevue, Wash 98004
Phone: 206/747-6832

MONTREAL, CANADA
55 Westland Drive Montreal West 263, Quebec, Canada
Phone: 514/484-3307

Warehouse distributors located throughout the United States
and Canada. Representatives in principal foreign markets

International Operations

KAWECKI-BILLITON (U.K.) LIMITED
659 Ajax Avenue
Slough, Bucks, SL1 4DA England

N.V. KAWECKI-BILLITON
METAALINDUSTRIE
P.O. Box 38 Arnhem, The Netherlands

DEUTSCHE BERYLLIUM GmbH
Postfach 450
637 Oberursel West Germany



KAWECKI BERYLCO INDUSTRIES, INC.

General Sales Office: 220 East 42nd Street, New York, N.Y. 10017
212/682-7143 Telex: 126332

AUBERT & DUVAL

S.A. AU CAPITAL DE 24 000 000 DE FR.

.../...

Pyrad 49 D

Présentation

Le Pyrad 49 D peut être fourni sous forme de barres et de pièces forgées, de tôles et de pièces moulées.

Applications

Tôlerie de réacteurs, aubes directrices de réacteurs, tuyères et cônes d'injection, collecteurs de gaz chauds, éléments de chambres de combustion.
Tôlerie et soles pour fours marchant en continu à 1400°C.

.../...

Pyrad 49 D

Traitement thermique pour emploi :

Recuit : chauffage vers 1175°C avec maintien minimum de 15 minutes à température, suivi d'un refroidissement rapide à l'air.

Caractéristiques mécaniques à 20° sur tôles laminées

- Résistance kg/mm ²	79
- Limite élastique à 0,2 % kg/mm ²	39
- Allongement % sur 4 d	54

Caractéristiques mécaniques aux températures suivantes :

- Essais de courte durée sur tôles laminées

Température °C	Résistance kg/mm ²	Limite élastique 0,2 % kg/mm ²	Allongement % sur 4 d
200°	73	34	40
400°	70	31	42
600°	60	29	39
800°	40	25	41

- Essais de fluage sur barres laminées et traitées pour mise en solution

Température °C	Charge en kg/mm ² donnant la rupture en :			
	100 H	500 H	1 000 H	5 000 H
650°	31	25	16	19
700°	24	20	16	16
800°	10	8	7	5,5
900°	6	4,5	3,5	2,5

Conseils d'usinage

Analogie à celui des alliages inoxydables : éviter l'écaillage ce qui conduit à ne pas rechercher des vitesses de coupe trop élevées ; l'acier rapide est fréquemment utilisé, surtout pour les opérations de perçage et de fraisage.

AUBERT & DUVAL

S.A. 12, rue de Villiers, 92. Neuilly-sur-Seine

12, RUE DE VILLIERS

92. NEUILLY SUR SEINE

TÉL. 624-98-30

Pyrad 49 D

Alliage inoxydable réfractaire dont les principaux constituants sont :

Chrome	20/23 %
Fer	17/20 %
Molybdène	8/10 %
Nickel	complément.

Caractéristiques physiques

Densité 8,23

Coefficient moyen de dilatation

- entre 20° et 100°	$13,88 \times 10^{-6}$
- entre 20° et 200°	$14,16 \times 10^{-6}$
- entre 20° et 400°	$14,72 \times 10^{-6}$
- entre 20° et 600°	$15,30 \times 10^{-6}$
- entre 20° et 800°	$15,99 \times 10^{-6}$

Module d'élasticité (kg/mm²)

- à 20°	16 800
- à 300°	16 720
- à 400°	15 200
- à 600°	15 520
- à 800°	14 460

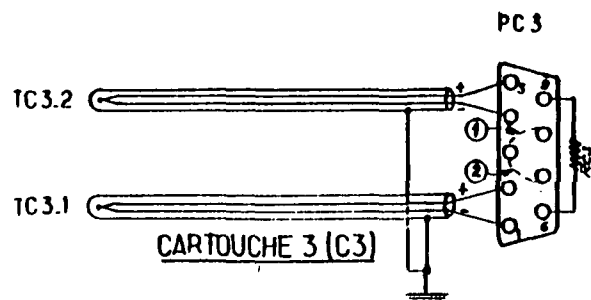
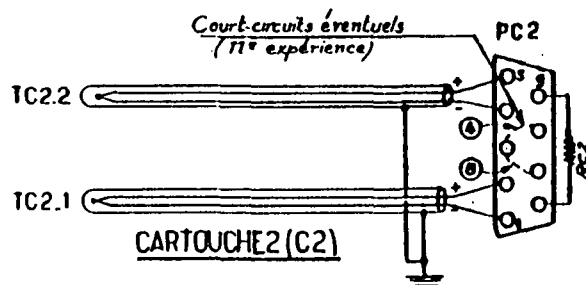
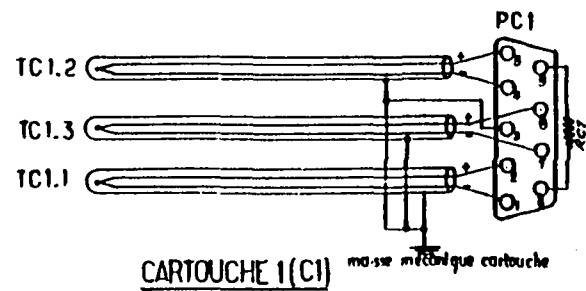
Résistivité (microhms.cm²/cm)

- à 100°	118
----------	-----

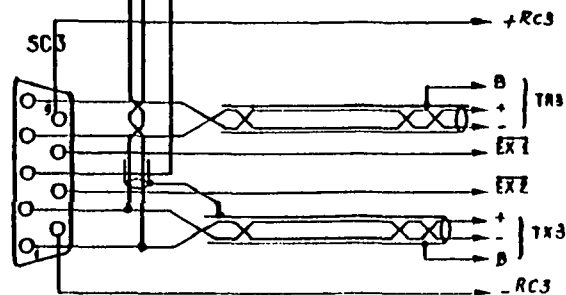
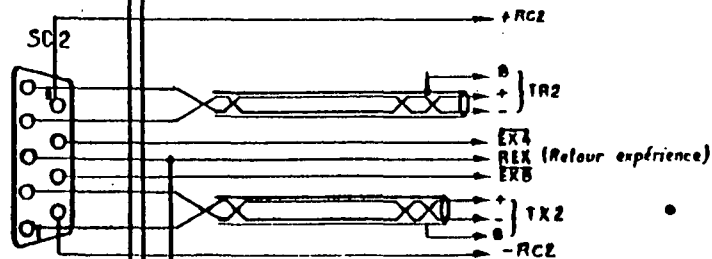
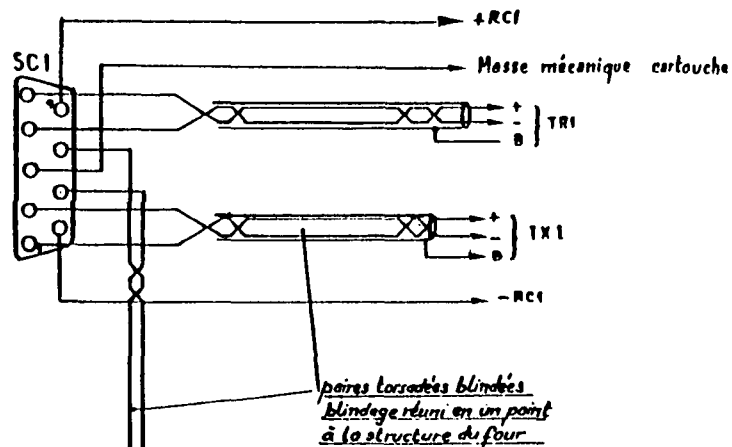
Conditions de forgeage

Le forgeage s'effectue dans les limites de température de 1130/1050°C.

.../...



Côté cartouches



Côté Four

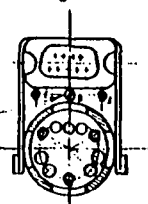
- NOTA
- 1) VOIR NOMENCLATURE A1105 01 000 PLANCHE 17/32
 - 2) - LES TX1, TX2, TX3 SONT CONNECTES A DES AMPLIFICATEURS DE GAIN 626 (TENSION D'ENTREE DE 0 A 15,34 mV)
 - LES TR1, TR2, TR3 SONT CONNECTES A DES AMPLIFICATEURS DE GAIN 202 (TENSION D'ENTREE DE 0 A 47,56 mV)
 - 3) TC1.3 et TC3.1 NE PEUVENT ETRE CONNECTES SIMULTANEMENT

A	B.2.10	Ajouter câblé cartouches 2 TC. Supprimer les réserves. Modifier câblage et ajouter NOTA 2 et 3.
	CASSET	
Indice	Date	MODIFICATIONS
Nom		

DRESSINE DATE 10 Sept 77 VERIFIE DATE		CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE		PLANCHE A1-105-01-005	A
--	--	--	--	--------------------------	---

il n'est permis de faire usage de ce dessin qu'avec autorisation expresse ou licence spéciale du 11 mars 1902

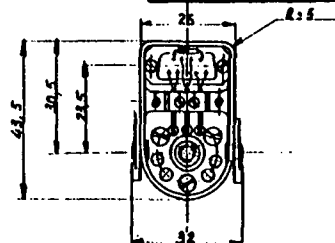
Coupe AA



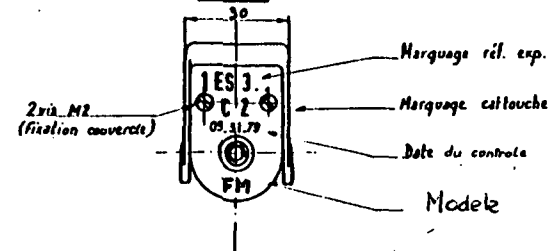
Détrompeur

Monté au point 1 pour la cartouche C1
" " " 2 " " " C2
" " " 3 " " " C3

Vue F (couvercle ôté)



Vue F

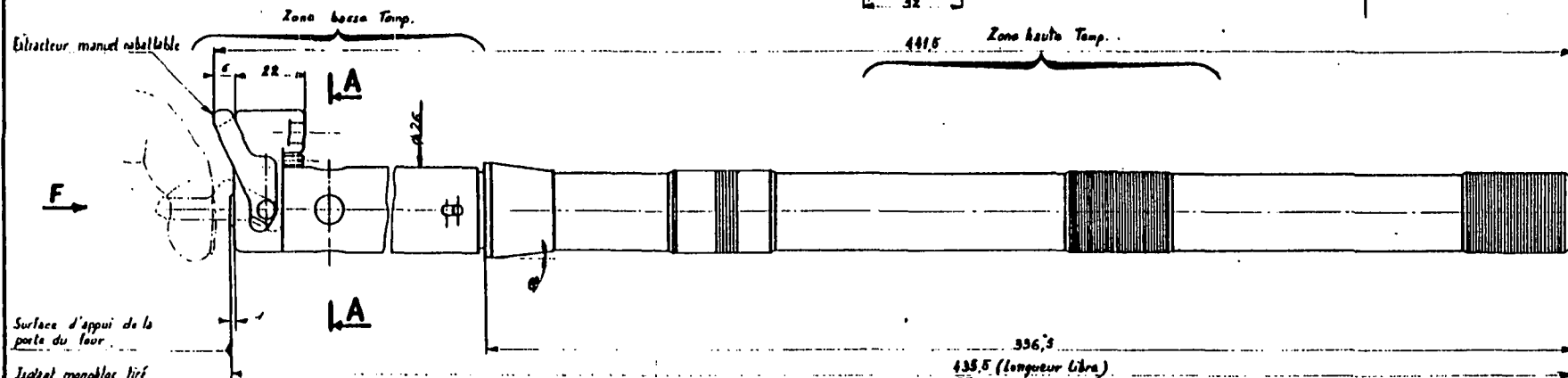


Marquage ril. exp.

Marquage cartouche

Date du contrôle

Modelé



Surface d'appui de la porte du four

Isolant monobloc tiré du constructeur "CANON" DEMSP NMB. PR103D (Voir Note 2)

Possibilité mise en place outillage extraction auxiliaire

Rondelles Belkviks $\phi 25$ ext.
Thermocouple $\phi 1$

2,5

Voir note 1

99 (libre)

97 (Porte du four fermée)

NOTE 1: La liaison zone basse température / zone haute température sera redéfinie ultérieurement

NOTE 2: Référence isolant : 144.8079.001
Référence contacts mâles: 031.8005.000

Modif.-D Marquage

Modification C le 9.7.78 - Suppression des cotés redondantes avec le plan CEN/SP/INT/17186. 001000 du 01.12.77. Définition plus précise du connecteur. Ajouter note 1 et 2

Modification B - le 11-01-78

Allongement de la zone basse température.

Il n'est permis de faire usage de ce dessin qu'avec autorisation expresse ou licence spéciale loi du 11 mars 1902		CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE		
Dessiné BODDART		GRADIENT HEATING FACILITY		
Date 12/09/1977		Experiment cartridge		
Vérifié 30/01/78		A.I. 108.00.000.		
Date 30/01/78		Planchette		CD BA

CENG - SAPTA		PIÈCES à APPROVISIONNER		PIÈCES à USINER		FEUILLE N° 2 / 5	
N° Commande		ENSEMBLE		Nb de plans		Dessinateur	
SAPTA.15286		Cartouche expérimentale à gradient				Date mai 1978	
N° Pièce		DÉSIGNATION		Nb		MATIÈRE	
						Fournisseur - Observations N° Nomenclature	
						Pos.	
						N° DA + Délai	
						PRIX	
40	3	0	0	0		S/ensemble nacelle niobium.	
40	3	0	0	1	1	Nacelle. Niobium	
40	3	0	0	2	1	bouchon avec Tc.	
40	3	0	0	3	1	bouchon sans Tc.	
40	3	0	0	4	1	Fond. Niobium.	
40	3	0	1	0		S/ensemble nacelle pyrad 49 D.	
40	3	0	1	1	1	Nacelle. Pyrad 49 D. (Aubert et Duval).	
40	3	0	1	2	1	bouchon avec Tc.	
40	3	0	1	3	1	bouchon sans Tc.	
40	3	0	1	4	1	Fond. Pyrad 49 D.	

MODIFICATIONS

N° Commande

SAPTA - 15286

ENSEMBLE

Cartouche expérimentale à gradient

Nb de plans

Dessinateur Eymond F.F.F.Date Mai 1978

N° Pièce

DÉSIGNATION

Nb

MATIÈRE

Fournisseur - Observations
N° Nomenclature

Pos.

N° DA
+ Délai

PRIX

403501

Thermocouple

Platine / Platine rhodié 10%
φ 1 gaine platine rhodié 10%

Fourni par expérimentateur

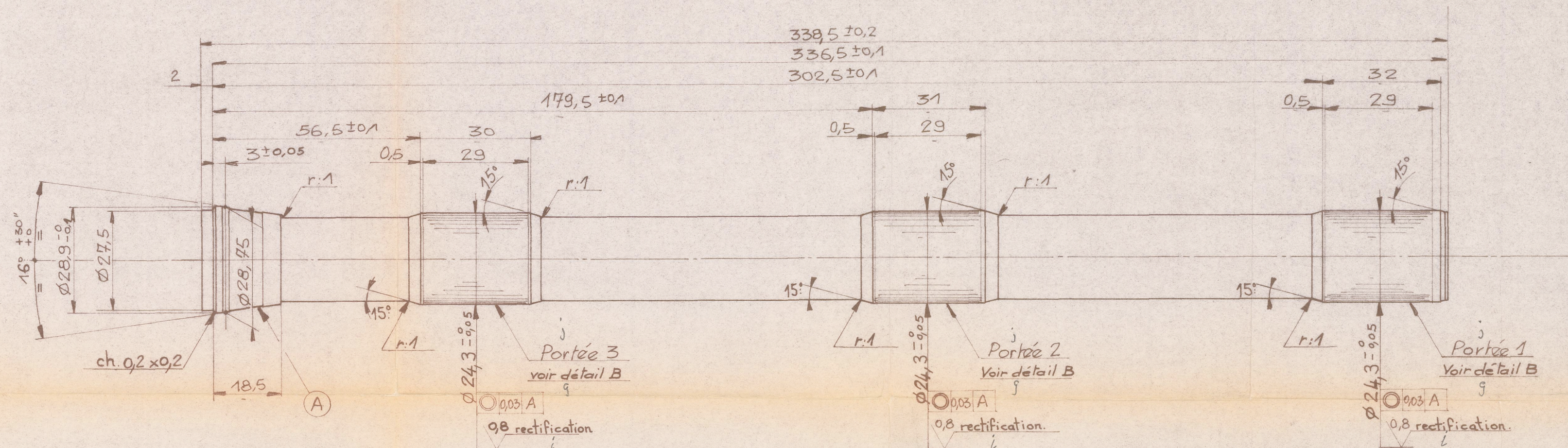
403511

Thermocouple

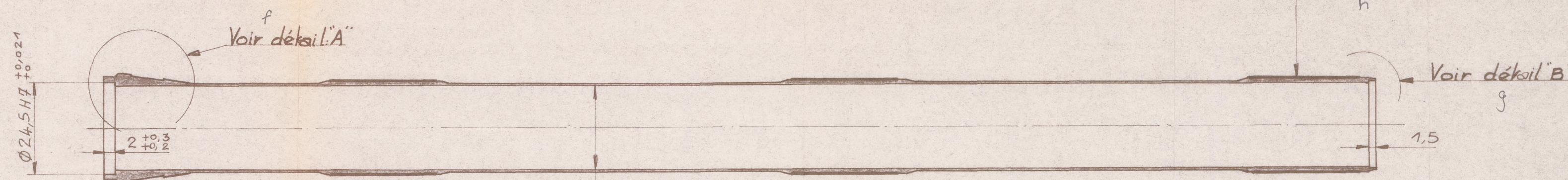
Chromel - Alumel φ 1
gaine acier - inox

Fourni par expérimentateur

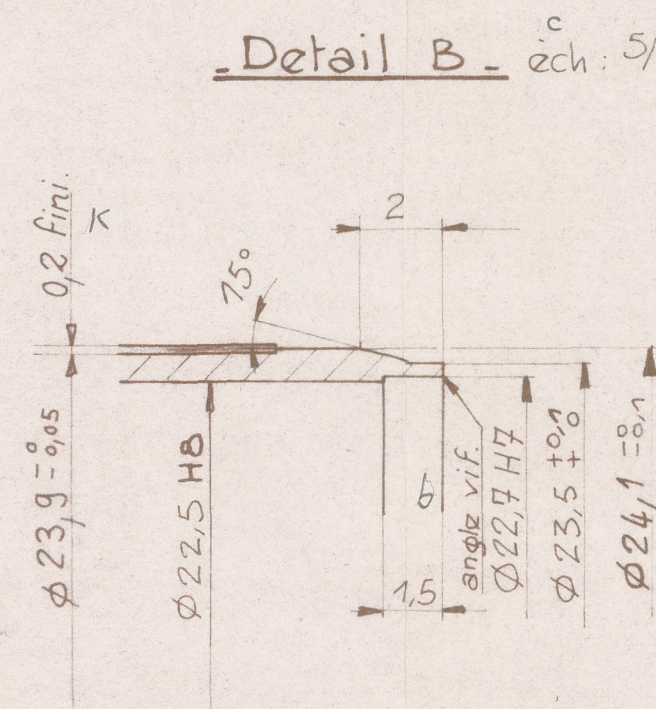
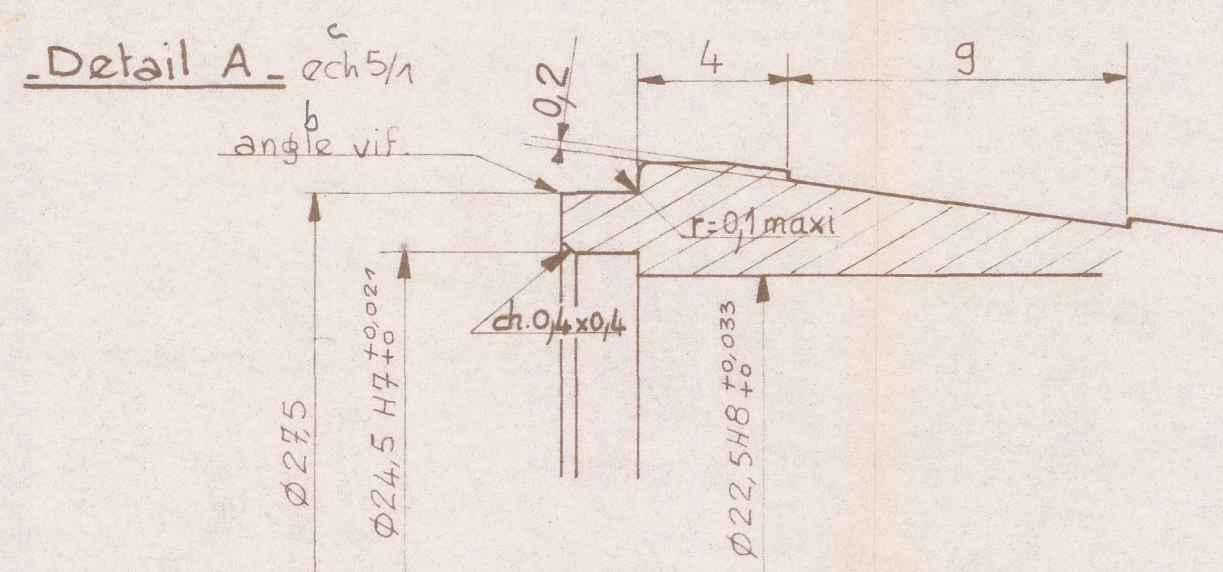
MODIFICATIONS



Schoopage W ép: 0,2 fini long. 29
sur les 3 portées




Ø int. 22,5 H8 ép: paroi 0,3 mini
e 0,5 maxi

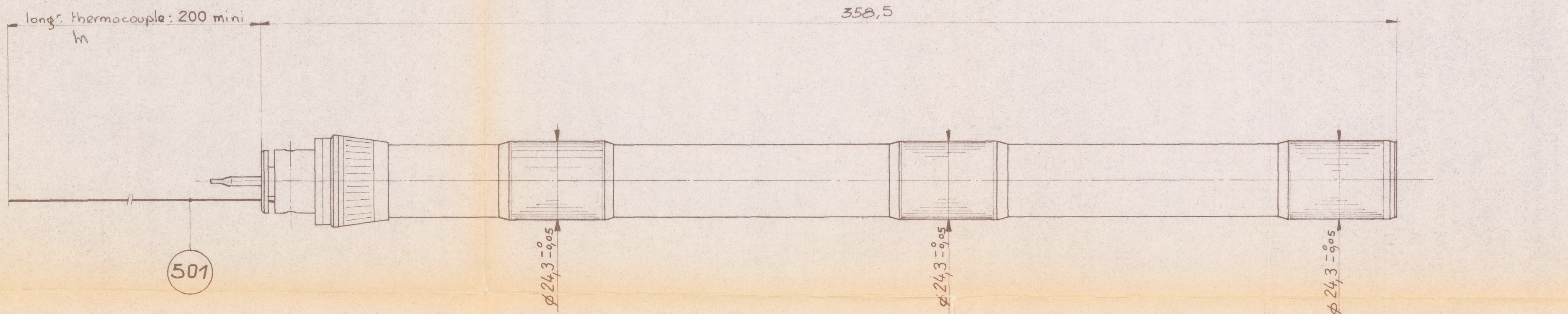


Nota: Contrôle d'étanchéité au vide secondaire
d finition soignée.

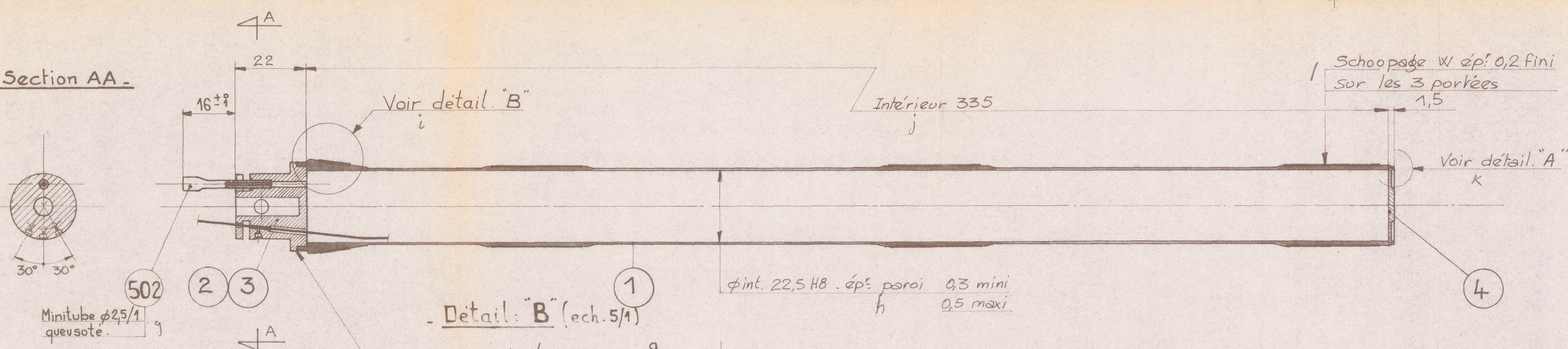
Indice	Date	Visa	Modifications
E	Octobre. 79	<i>[Signature]</i>	Mise à jour.
D	Mars. 79	<i>[Signature]</i>	Mise à jour sur Ø des portées.
C	Déc. 78	<i>[Signature]</i>	Ø de portée 24,4 constant passé à 24,4 - 24,6 et 24,8
B	27.9.78	GL: EEE	Mise à jour.
A	27.6.78	Eymond EEE	Mise à jour.

Rugosité générale Ra(µm) : <u>16</u> max (sauf indications spéciales)		Traitement de surface	Traitement thermique																				
Etalons de surfaces techniques L.C.A.		1/ <u>Dégraissage ternaire</u> <u>(Ether, acétone, alcool).</u>																					
<table border="1"><tr><td>N°</td><td>18</td><td>17</td><td>16</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td></tr><tr><td>Ra</td><td>12,5</td><td>6,3</td><td>3,2</td><td>1,6</td><td>0,8</td><td>0,4</td><td>0,2</td><td>0,1</td><td>0,05</td></tr></table> 		N°	18	17	16	15	14	13	12	11	10	Ra	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	2/ <u>Ringage alcool.</u>	
N°	18	17	16	15	14	13	12	11	10														
Ra	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05														
Tolérances générales d'usinage des cotes non tolérancées																							
de 0 à 50 : ± 0,1 mm de 50 à 100 : ± 0,2 mm de 100 à 250 : ± 0,3 mm de 250 à 400 : ± 0,4 mm de 400 à 600 : ± 0,5 mm de 600 à 1000 : ± 0,75 mm		0° et 90° : ± 1 mm/m les autres : ± 15 minutes																					
SAUF INDICATION LES ARÊTES VIVES SERONT ABATTUES		Dureté																					
Poids	Nbre par ensemble <u>1</u>	Matière <u>Niobium.</u>																					

C.E.A. - C.E.N.G. SAPTA.		Reproduction interdite sans autorisation (loi du 14 Mars 1957)	
Echelle	Nom	Date	
1/5	Dessiné Eymond EEE	11.5.78	
	Vérifié [Signature]		
	Ingénieur		
Nom pièce	Nacelle		
N°	SAPTA 15286	N° Pièce	403 001
Indice	A B C D E		

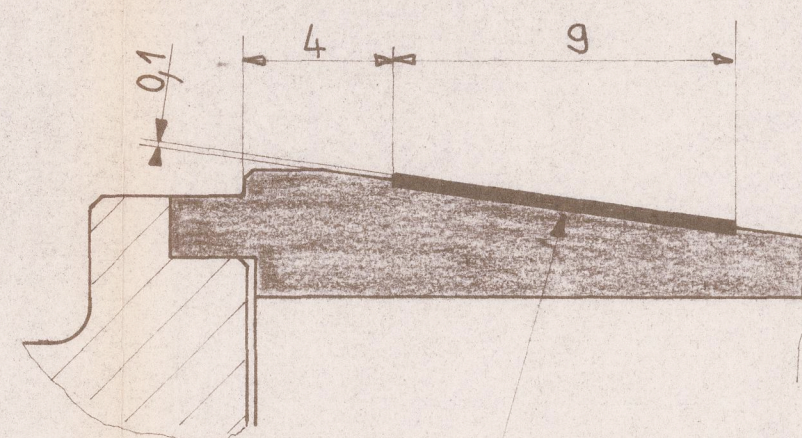


Section AA

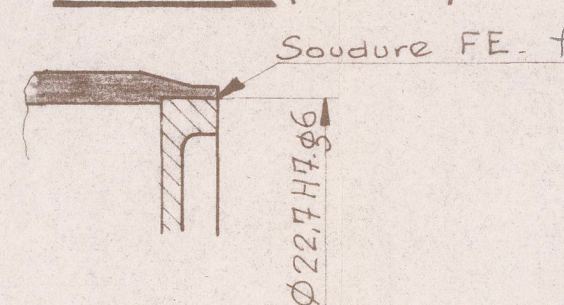


Attention. Cette soudure FE n'intervient qu'après brassage des Te sur le bouchon et la charge de la nacelle.

Détail B (éch. 5/1)



Détail A (éch. 5/1)



C	Octobre 79	<i>[Signature]</i>	- Ajouté queusot et explication sur revêtement souple.
B	Mars 79	<i>[Signature]</i>	- Mise à jour sur ϕ des portées.
A	Déc. 78	<i>[Signature]</i>	ϕ de portée 24,4 constant passé à 24,4 - 24,6 et 24,8
Indice	Date	Visa	Modifications

Rugosité générale Ra (μ m) : 1,6 max
(sauf indications spéciales)

Etablissements de surfaces techniques L.C.A.								
N°	18	17	16	15	14	13	12	11
Ra	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1

Tolérances générales d'usinage des cotes non tolérancées

de 0 à 50	$\pm 0,1$ mm	0° et 90°	± 1 mm/m
de 50 à 100	$\pm 0,2$ mm	les autres	± 15 minutes
de 100 à 250	$\pm 0,3$ mm		
de 250 à 400	$\pm 0,4$ mm		
de 400 à 600	$\pm 0,5$ mm		
de 600 à 1000	$\pm 0,75$ mm		

SAUF INDICATION LES ARÊTES VIVES SERONT ABATTUES

Dureté

Poids Nbre par ensemble 1 Matière Niobium

C.E.A. - C.E.N.G. SAPTA.

Cartouche expérimentale à gradient

Nom pièce S/ensemble Nacelle Niobium

N° Commande SAPTA 15286

Indice A B C

Reproduction interdite sans autorisation (loi du 14 Mars 1957)

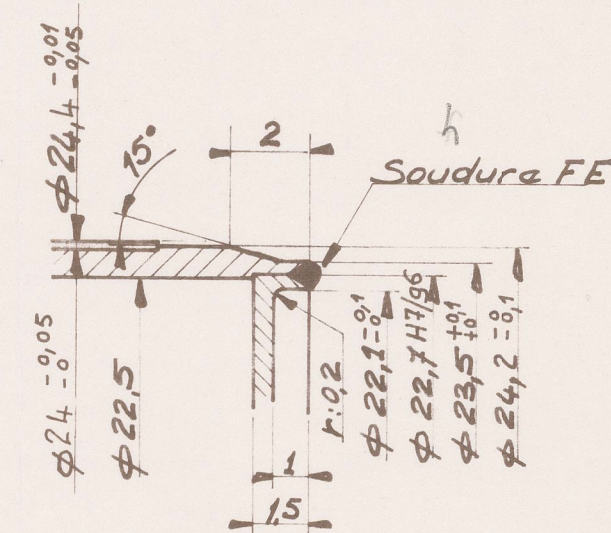
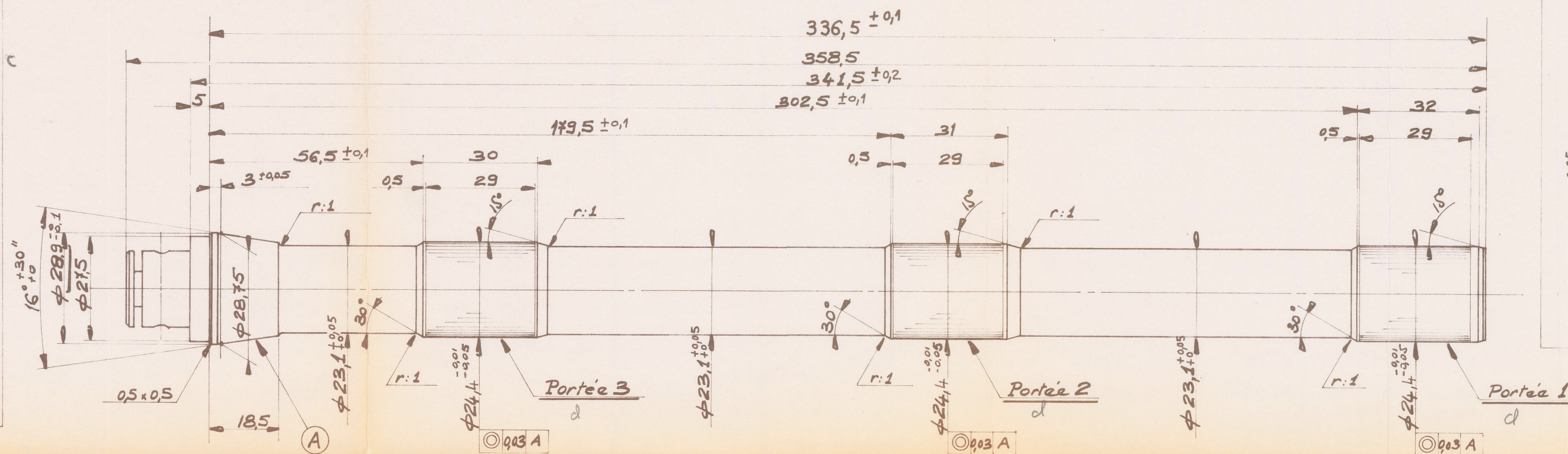
Echelle	Nom	Date
2/1	Dessiné Eymard FEE	Mai 78
5/1	Vérifié <i>[Signature]</i>	
	Ingénieur	

N° Pièce 403000

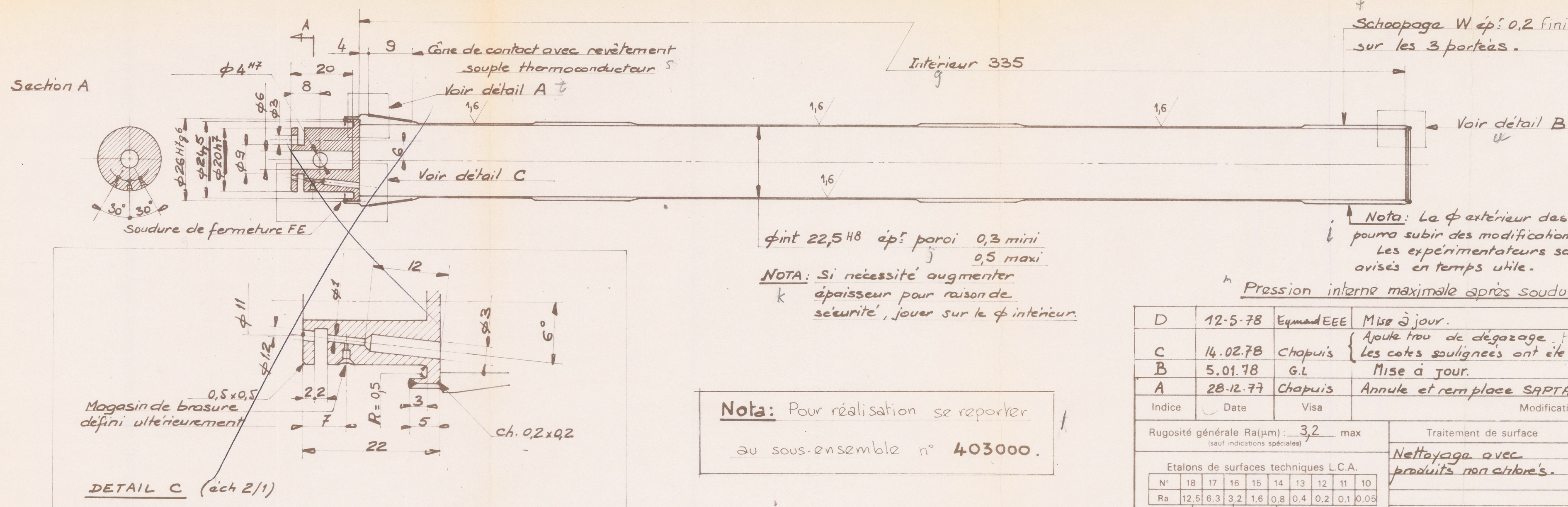
Indice A B C

NOTA: Contrôle d'étanchéité au vide secondaire après soudure fond et bouchon sur nacelle.
- Un test par ressuage sera effectué sur queusot après queusotage.
- Identification nacelle par gravure sur fond

DETAIL A (éch 5/1)



DETAIL: B (éch 5/1)



$\phi_{int} 22,5^{H8}$ ep: paroi 0,3 mini
0,5 maxi

NOTA: Si nécessaire augmenter
k épaisseur pour raison de
sécurité, jouer sur le ϕ intérieur.

Nota: Pour réalisation se reporter
au sous-ensemble n° 403000.

Schoopage W ép: 0,2 fini
sur les 3 portées.

Voir détail B

Nota: Le ϕ extérieur des portées des contouches pourra subir des modifications tout au long du projet. Les expérimentateurs scientifiques en seront avisés en temps utile.

Pression interne maximale après soudure: 10^{-2} torr

D	12-5-78	Eymard EEE	Mise à jour.
C	14.02.78	Chapuis	{ Ajoute trou de dégazage. Trou Ø 44. Cotes 2 → 3 Les cotes soulignées ont été modifiées
B	5.01.78	G.L	
A	28-12-77	Chapuis	Mise à jour.
			Annule et remplace SAPTAIS 286 401000 du 30.11.77
Indice	Date	Visa	Modifications

Rugosité générale Ra(µm) : <u>3,2</u> max (sauf indications spéciales)		Traitement de surface		Traitement thermique							
Etalons de surfaces techniques L.C.A.		Nettoyage avec produits non chlorés.									
N°	18	17	16	15	14	13	12	11	10		
Ra	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05		
										Tolérances générales d'usinage des cotes non tolérancées	
de 0 à 50 : ± 0,1 mm		de 50 à 100 : ± 0,2 mm		de 100 à 250 : ± 0,3 mm		de 250 à 400 : ± 0,4 mm		de 400 à 600 : ± 0,5 mm		de 600 à 1000 : ± 0,75 mm	
		0° et 90° : ± 1 mm/m		les autres : ± 15 minutes							
		SAUF INDICATION LES ARÊTES VIVES SERONT ABATTUES									
		Dureté									

Poids _____	Nbre par ensemble <u>1</u>	Matière <u>Niobium ou Hastelloy Alloy X</u>
-------------	----------------------------	---

C.E.A. - C.E.N.G. S.A.P.T.A

Reproduction interdite sans autorisation
(loi du 14 Mars 1957)

FIRST SPACELAB PAYLOAD (FSLP)

Echelle		Nom	Date
---------	--	-----	------

CARTOUCHE EXPERIMENTALE 0 GRADIENT

9/9	Dessiné	Chapuis	28.12.77
-----	---------	---------	----------

Nom pièce Définition nacelle

1/2/1	Ingénieur		
-------	-----------	--	--

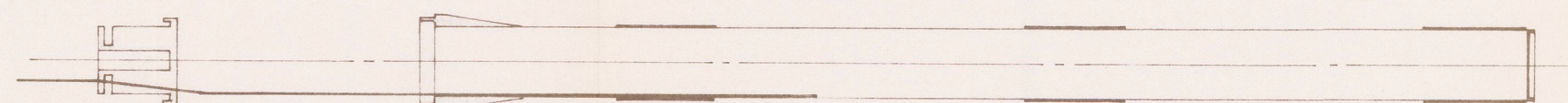
N°
Commande SAPTA 15286

N° Pièce 401000

Indice	A	B	C	D				
--------	---	---	---	---	--	--	--	--

1.) Bouchon Nb
brasure TC : Ni 50 ou NMP1 enfil

Dans les 2 cas,
fermeture par FE.



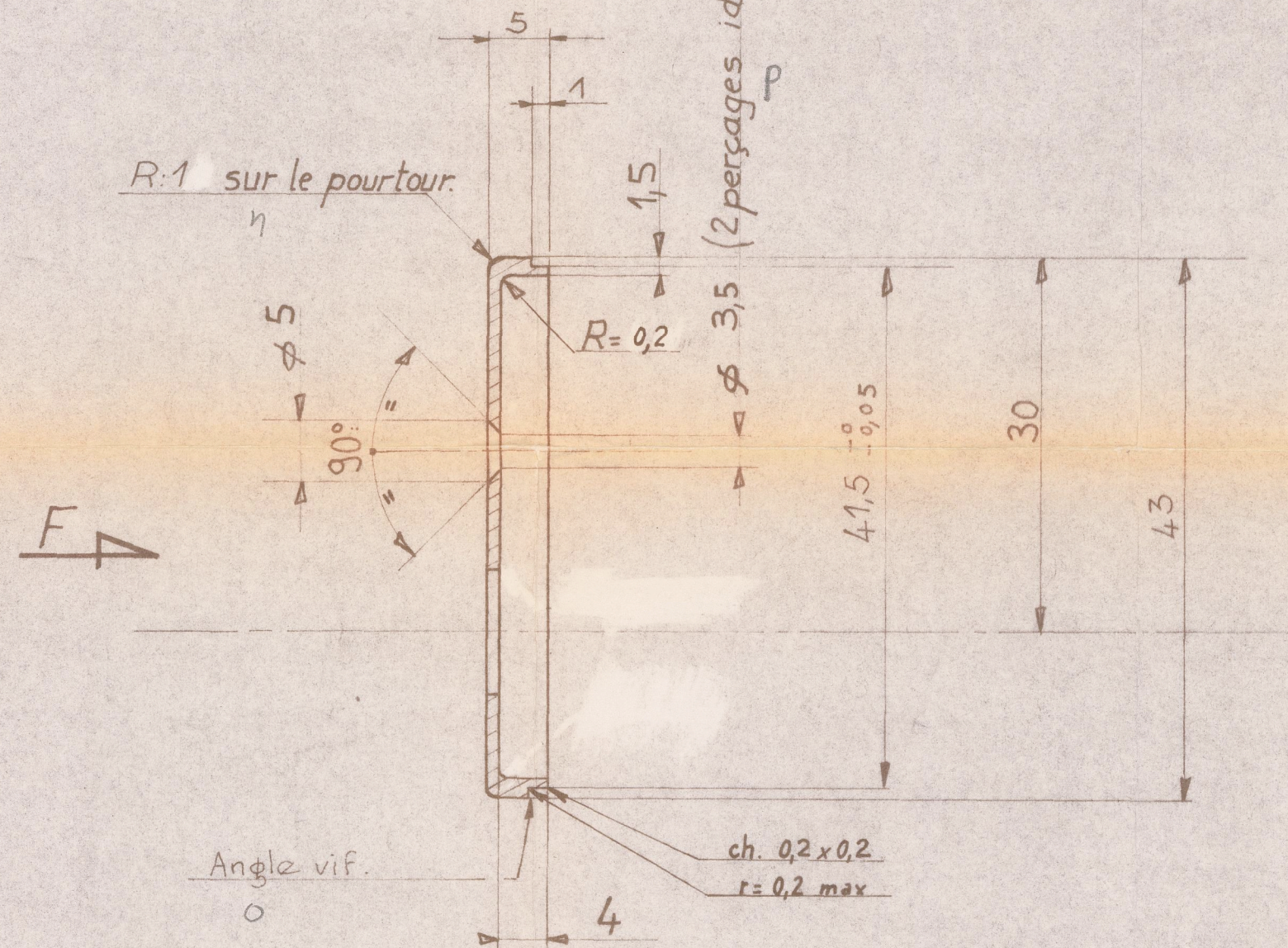
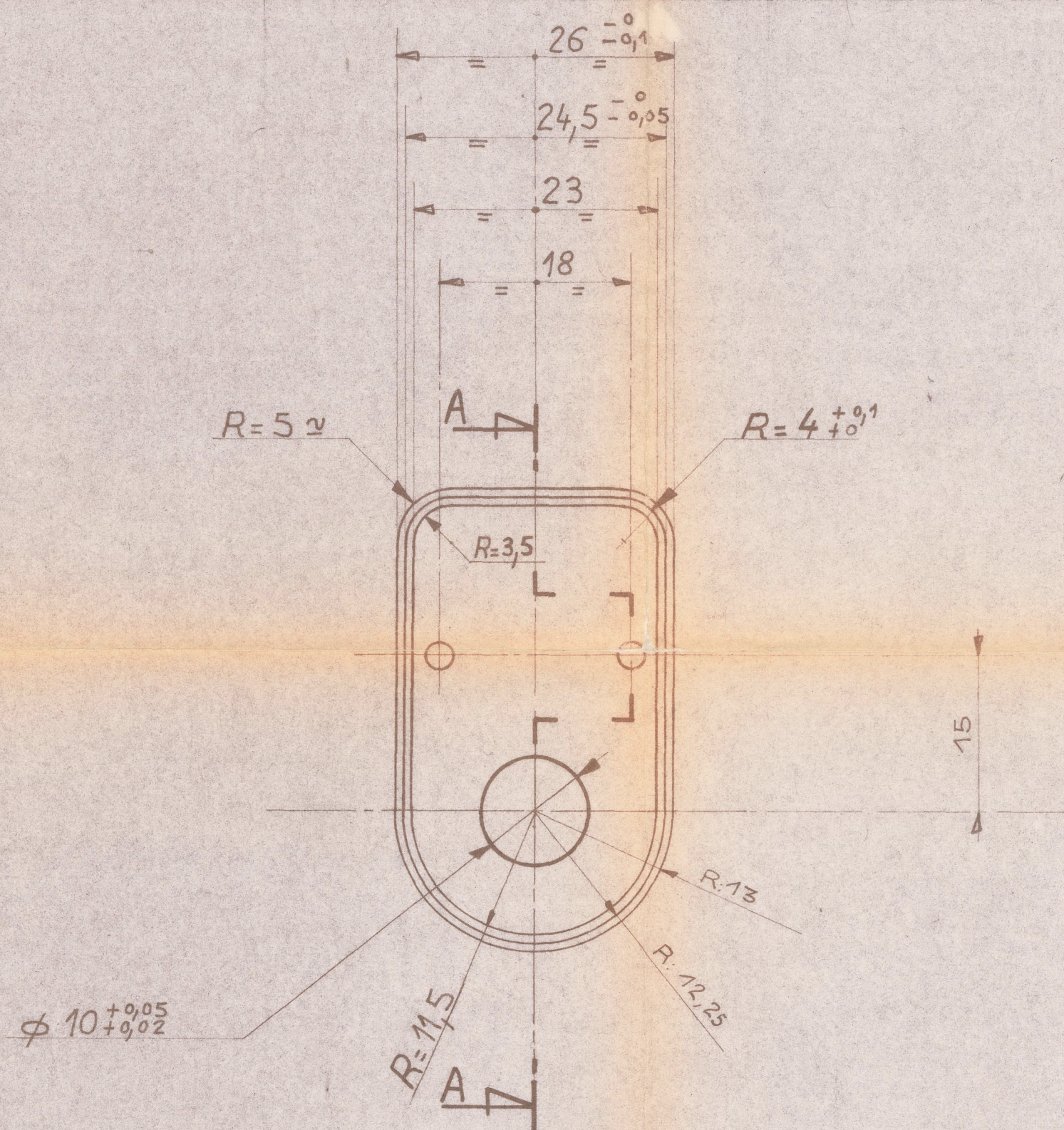
2.) Bouchon 22CN 18.10

p
brasure TC: Ni 50

Cartouche Nb

Cartouche Hastalloy

ich $\frac{1}{2}$

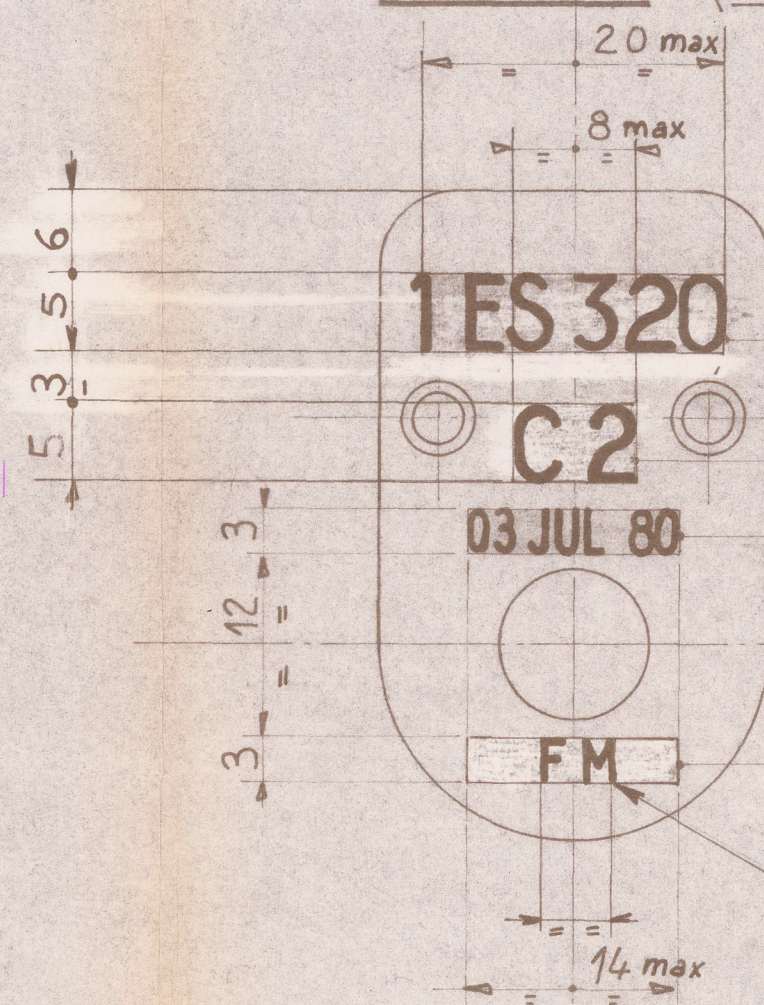


NOTA : Toutes les surfaces seront finement microbillées après dégraissage avec mélange ternaire (Alcool, Ether, Acétone)

Type de modèle	FM	QM	ITM	VM
N° Expérience	(Flight Model)	(Qualif. Model)	(Integration and test model)	(Vérific. Model)
1 ES 316				
1 ES 317		C1		
1 ES 318		C2		
1 ES 319		C3		
1 ES 320				

Le marquage de chaque couvercle est différent. La détermination de ce marquage se fait en associant un numéro d'exp. avec un n° de cartouche avec un type de modèle suivant l'exemple donné.

Vue st F. (Emplacements des gravures Zones ombrées)
Voir tableau ci-contre e



N° Expérience

N° Cartouche: (C1 ou C2 ou C3)

Date du contrôle
(A définir par le CNES pour chaque modèle.)

Type de modèle

Gravure profondeur 0,4 recouverte de peinture fournie par CNES

B	21.2.79	Boddaert CNES	Definition du marquage Mise à jour																				
A	27.6.78	Eymard EEE	Mise à jour																				
Indice	Date	Visa	Modifications																				
Rugosité générale Ra(μm): 1,6 max (sauf indications spéciales)		Traitement de surface																					
Etalons de surfaces techniques L.C.A.		1/ Dégraissage mélange ternaire (Ether, acétone, alcool)																					
<table border="1"> <tr> <th>N°</th> <th>18</th> <th>17</th> <th>16</th> <th>15</th> <th>14</th> <th>13</th> <th>12</th> <th>11</th> <th>10</th> </tr> <tr> <td>Ra</td> <td>12,5</td> <td>6,3</td> <td>3,2</td> <td>1,6</td> <td>0,8</td> <td>0,4</td> <td>0,2</td> <td>0,1</td> <td>0,05</td> </tr> </table>		N°	18	17	16	15	14	13	12	11	10	Ra	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	2/ Rinçage alcool	
N°	18	17	16	15	14	13	12	11	10														
Ra	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05														
Tolérances générales d'usinage des cotes non tolérancées		Dureté																					
de 0 à 50 : ± 0,1 mm de 50 à 100 : ± 0,2 mm de 100 à 250 : ± 0,3 mm de 250 à 400 : ± 0,4 mm de 400 à 600 : ± 0,5 mm de 600 à 1000 : ± 0,75 mm		0° et 90° : ± 1 mm/m les autres : ± 15 minutes SAUF INDICATION LES ARÊTES VIVES SERONT ABATTUES																					
Poids	Nbre par ensemble	1	Matière																				
C.E.A. - C.E.N.G. SAPTA		5083 Etat H111 (AG5M)																					
Cartouche expérimentale à gradient		Reproduction interdite sans autorisation (loi du 14 Mars 1957)																					
Nom pièce		Couvercle	Echelle																				
N° Commande		Sapta 15286	Nom																				
			Date																				
			Dessiné																				
			Vérifié																				
			Ingénieur																				
			N° Pièce																				
			404002																				
			Indice																				
			A B																				

-Coupe AA. ech: $2\frac{1}{2}$ -

- Vue extérieure ach: 2/1 -

en position libre.

f

Vue partielle suivant F - éch. 2/1

Blocage à la résine EC2216 (3M)
sans déborder de la surface

Voir Sensemble n° 403 000
ou n° 403 010

Freinées sous tête
avec résine EC 2216


505

Le détrompeur ⑨ occupera les positions 1. 2. ou 3 suivant la numérotation de la carrouche.

- Vue intérieure -
(Couvercle enlevé.)

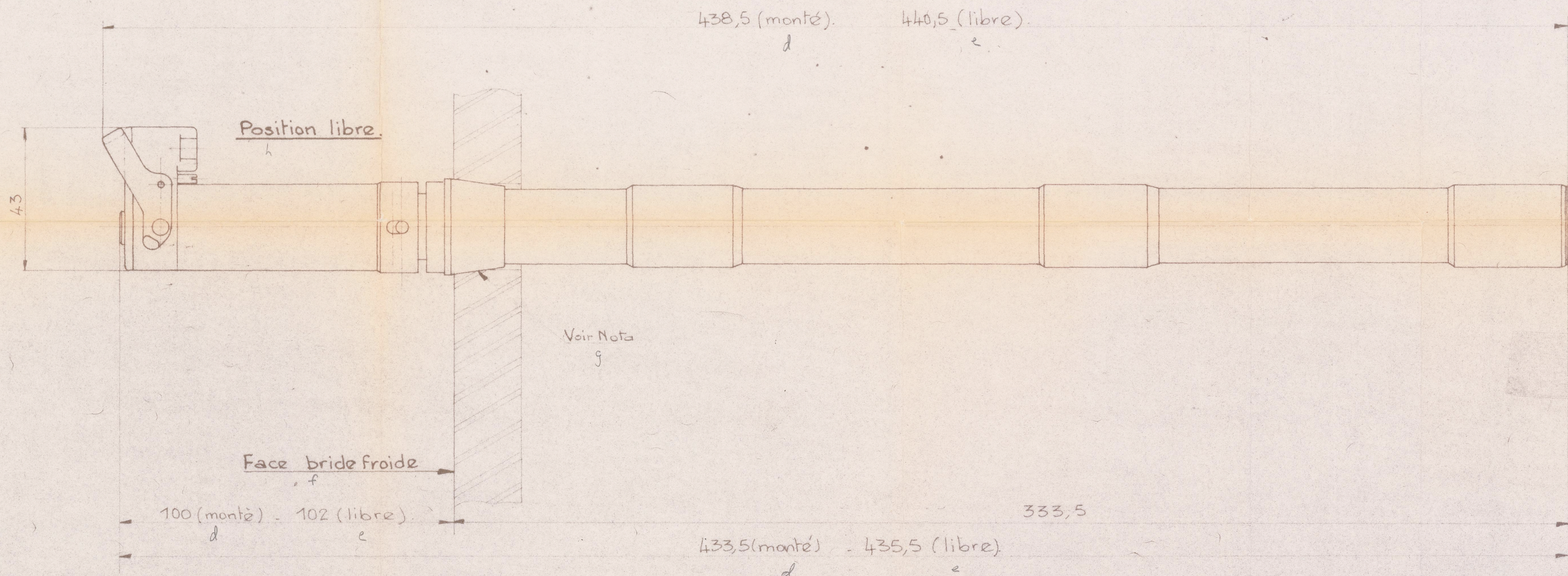
Tête B.T. en vue extérieure. éch. 1/4

NOTA: La goupille lisse $\varnothing 3 \times 30$ sera utilisée pour maintenir les pièces ensemble lors de la livraison de ce sous-ensemble tête B.T.
La goupille cannelée $\varnothing 4 \times 26$ (rep. 404510) sera obligatoirement utilisée pour réaliser la liaison avec le sous-ensemble H.T.

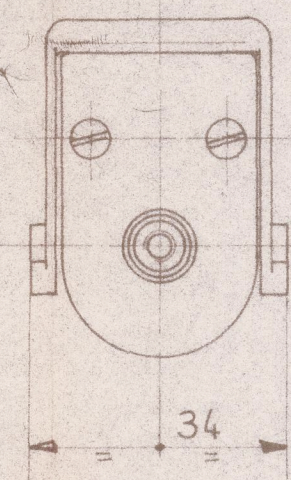
B	21.2.79	Boudaut CNES	Mise à jour
A	27.6.78	Eymard EEE	Mise à jour.
Indice	Date	Visa	Modifications
Rugosité générale Ra(µm) : _____ max (sauf indications spéciales)			Traitement de surface
Etalons de surfaces techniques L.C.A.			Traitement thermique
N°	18	17	16
	15	14	13
	12	11	10
Ra	12,5	6,3	3,2
	1,6	0,8	0,4
	0,2	0,1	0,05
			
Tolérances générales d'usinage des cotes non tolérancées			
de 0 à 50 : ± 0,1 mm			
de 50 à 100 : ± 0,2 mm			
de 100 à 250 : ± 0,3 mm			
de 250 à 400 : ± 0,4 mm			
de 400 à 600 : ± 0,5 mm			
de 600 à 1000 : ± 0,75 mm			
d'et 90° : ± 1 mm/m			
les autres : ± 15 minutes			
SAUF INDICATION LES ARÊTES VIVES SERONT ABATTUES			
Dureté _____			
Poids _____	Nbre par ensemble 1		Matière _____
C.E.A. - C.E.N.G. SAPTA.			Reproduction interdite sans autorisation (loi du 14 Mars 1957)
Cartouche expérimentale à gradient			Echelle
Nom pièce Sous/ensemble Tete B.T.			Nom
N° Commande SAPTA 15286			Date
			Dessiné Eymard EEE
			Vérifié
			Ingénieur
			N° Pièce 404000
			Indice A B

Sous-ensemble tête n° 404000

Sous-ensemble nacelle n° 403000.



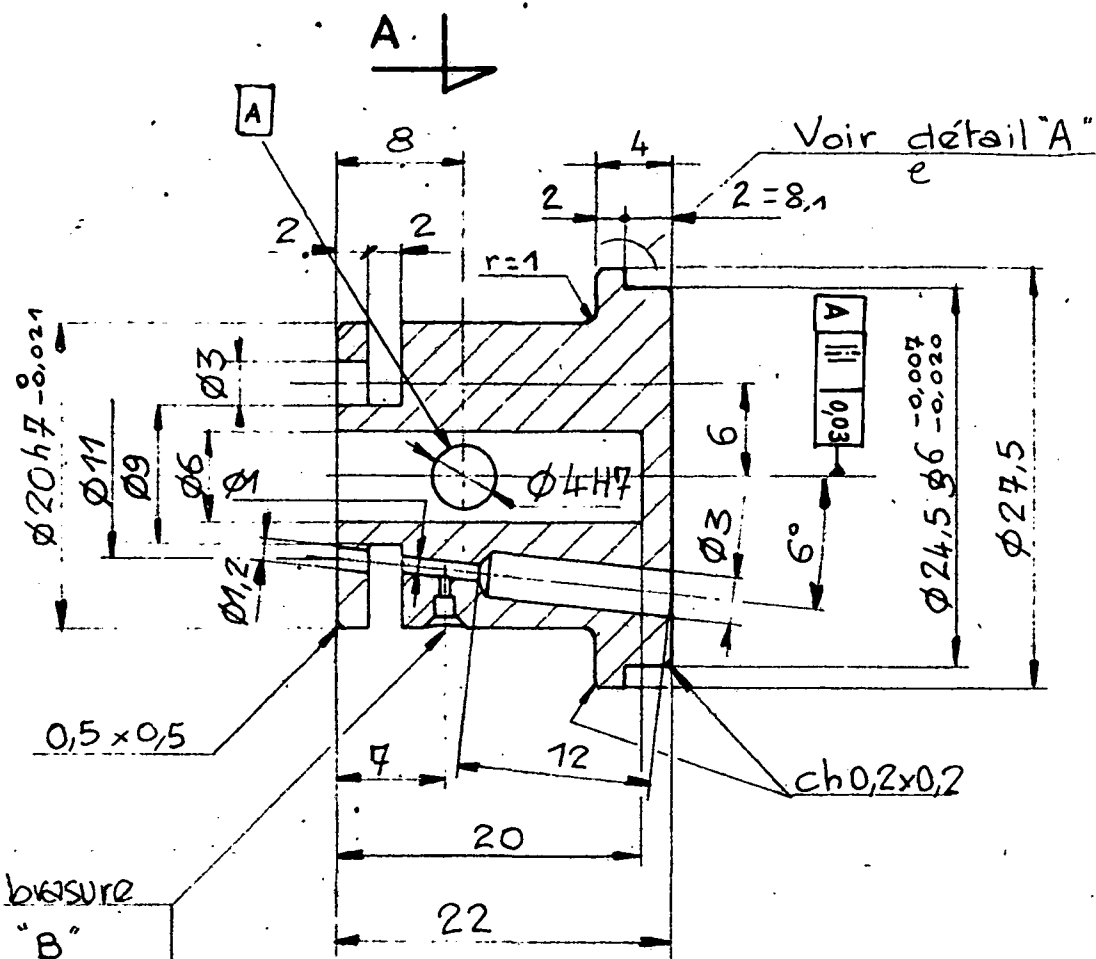
Vue suivant F



NOTA -

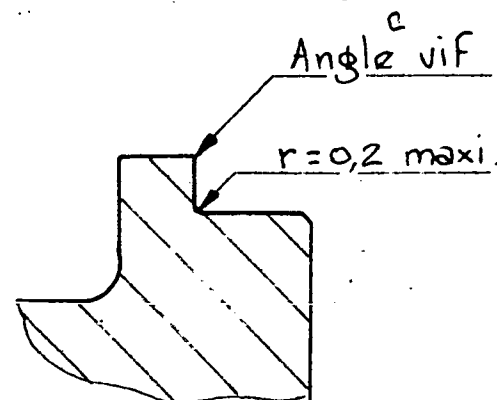
L'évacuation des calories vers la bride froide doit impérativement se faire par la paroi de la nacelle et non par l'intermédiaire du bouchon. (Voir notice technique).

B	2-8-78	Gusmini	Nota ajoutée
A	27.6.78	Eymard EEE	Mise à jour
Indice	Date	Visa	Modifications
Rugosité générale Ra(µm): max		Traitement de surface	
(sauf indications spéciales)		Traitement thermique	
Etalons de surfaces techniques L.C.A.			
N°	18	17	16
Ra	12,5	6,3	3,2
Tolérances générales d'usinage des cotes non tolérancées			
de 0 à 50	± 0,1 mm	0° et 90°	± 1 mm/m
de 50 à 100	± 0,2 mm	les autres : ± 15 minutes	
de 100 à 250	± 0,3 mm	SAUF INDICATION LES ARÊTES VIVES SERONT ABATTUES	
de 250 à 400	± 0,4 mm	Dureté	
de 400 à 600	± 0,5 mm		
de 600 à 1000	± 0,75 mm		
Poids	Nbre par ensemble	Matière	
1			
C.E.A. - C.E.N.G. SAPTA.			
Cartouche expérimentale à gradient.		Echelle	Nom
		1/1	Date
Nom pièce Ensemble cartouche.		Dessiné	16 mai 78
		Vérifié	
		Ingénieur	
N° Commande SAPTA 15286		N° Pièce 400000	
		Indice	A B

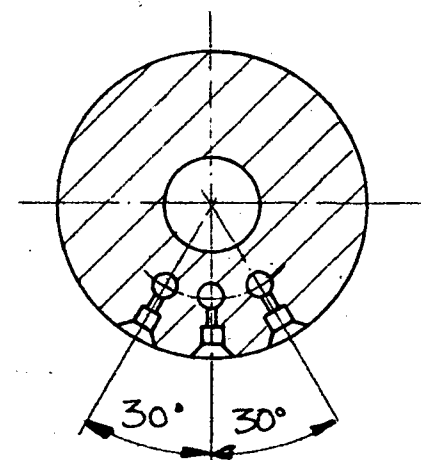


Magasin de brousse
Voir détail "B"

Detail "A" 5/1



- Section AA -



Nota : finition soignée
f

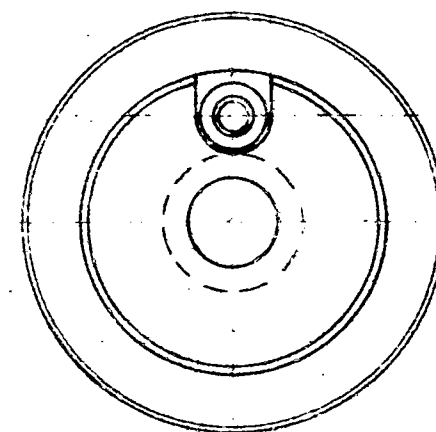
B
A

24-01-80
27.6.78

Eymard
Eymard EEE

Rapporte position trou $\phi 4H7$ sur l'axe
Mise à jour.

Indice	Date	Visa	Modifications																					
			Rugosité générale Ra(μ m) : <u>1,6</u> max (sauf indications spéciales)	Traitement de surface <u>1/ Dégraissage ternaire (Ether, acetone, alcool)</u>																				
			Traitement thermique																					
			Etalons de surfaces techniques L.C.A.																					
			<table border="1"> <tr> <td>N°</td> <td>18</td> <td>17</td> <td>16</td> <td>15</td> <td>14</td> <td>13</td> <td>12</td> <td>11</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Ra</td> <td>12,5</td> <td>6,3</td> <td>3,2</td> <td>1,6</td> <td>0,8</td> <td>0,4</td> <td>0,2</td> <td>0,1</td> <td>0,05</td> </tr> </table>	N°	18	17	16	15	14	13	12	11	10	Ra	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	
N°	18	17	16	15	14	13	12	11	10															
Ra	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05															
			Tolérances générales d'usinage des cotes non tolérancées																					
			de 0 à 50 : $\pm 0,1$ mm de 50 à 100 : $\pm 0,2$ mm de 100 à 250 : $\pm 0,3$ mm de 250 à 400 : $\pm 0,4$ mm de 400 à 600 : $\pm 0,5$ mm de 600 à 1000 : $\pm 0,75$ mm																					
			0° et 90° : ± 1 mm/m les autres : ± 15 minutes																					
			SAUF INDICATION LES ARÊTES VIVES SERONT ABATTUES																					
			Poids	Dureté																				
			Nbre par ensemble <u>1</u>																					
			Matière <u>Niobium</u>																					
C.E.A. - C.E.N.G. SAPTA			Reproduction interdite sans autorisation (loi du 14 Mars 1957)																					
Cartouche expérimentale à gradient			Echelle	Nom																				
Nom pièce <u>bouchon avec Tc</u>			2/1	Date																				
N° Pièce <u>403 002</u>			Dessiné <u>Eymard EEE</u>	11-5-78																				
Commande <u>SAPTA 15286</u>			Vérifié <u>BW</u>																					
			Ingénieur																					
			Indice																					
			A	B																				



6 - NOTA: Finition soignée

$$r = 1$$

Angle vif f
r = 0,2 maxi
ch. $0,2 \times 0,2$

C B A	24.01.80 19.10.79	<i>Camp</i> <i>Après</i>	Ajoute' position trou $\phi 4H7$ sur L'axe - Attention Annule et remplace plan de même N° de Mat. 78.																					
Indice	Date	Visa	Modifications																					
Rugosité générale Ra(um) <u>1.6</u> max (sauf indication opératoires)			Traitement de surface	Traitement thermique																				
Etalons de surfaces techniques L.C.A. <table><tr><td>N°</td><td>18</td><td>17</td><td>16</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td></tr><tr><td>Ra</td><td>12.5</td><td>6.3</td><td>3.2</td><td>1.6</td><td>0.8</td><td>0.4</td><td>0.2</td><td>0.1</td><td>0.05</td></tr></table>			N°	18	17	16	15	14	13	12	11	10	Ra	12.5	6.3	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	1) <u>Polissage</u> <u>mélange ternaire</u> <u>(Ether, acetone, alcool)</u>	
N°	18	17	16	15	14	13	12	11	10															
Ra	12.5	6.3	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05															
Tolérances générales d'usinage des cotes non tolérancées <table><tr><td>de 0 à 50</td><td>- 0.1 mm</td><td rowspan="5">0° et 90° : 1 mm/m les autres : 15 minutes SANS INDICATION LES ARÊTES VIVES SERONT ABATTUES</td></tr><tr><td>de 50 à 100</td><td>- 0.2 mm</td></tr><tr><td>de 100 à 250</td><td>- 0.3 mm</td></tr><tr><td>de 250 à 400</td><td>- 0.4 mm</td></tr><tr><td>de 400 à 600</td><td>- 0.5 mm</td></tr><tr><td>de 600 à 1000</td><td>- 0.75 mm</td><td></td></tr></table>			de 0 à 50	- 0.1 mm	0° et 90° : 1 mm/m les autres : 15 minutes SANS INDICATION LES ARÊTES VIVES SERONT ABATTUES	de 50 à 100	- 0.2 mm	de 100 à 250	- 0.3 mm	de 250 à 400	- 0.4 mm	de 400 à 600	- 0.5 mm	de 600 à 1000	- 0.75 mm		2) <u>Rinçage à l'alcool</u>							
de 0 à 50	- 0.1 mm	0° et 90° : 1 mm/m les autres : 15 minutes SANS INDICATION LES ARÊTES VIVES SERONT ABATTUES																						
de 50 à 100	- 0.2 mm																							
de 100 à 250	- 0.3 mm																							
de 250 à 400	- 0.4 mm																							
de 400 à 600	- 0.5 mm																							
de 600 à 1000	- 0.75 mm																							
Poids	Nbre par ensemble <u>1</u>	Matière <u>Niobium</u>	Dureté																					
C.E.A. - C.E.N.G. SAPTA			Reproduction interdite sans autorisation du 14 Mars 1984																					
Cartouche expérimentale à gradient			Echelle	Nom																				
Nom pièce <u>Bouchon sans T.C</u>				Date <u>19.10.79</u>																				
N° <u>Sapta: 15286</u>				Dessiné <u>GL EE</u>																				
Commande			Vérifié																					
			Ingénieur																					
			N° Pièce <u>403 003</u>																					
			Indice	<u>A B C</u>																				

A N N E X E 5

DEFINITION DE L'INTERFACE THERMIQUE
CARTOUCHE-FOUR SUR LE PUIT THERMIQUE

-:-:-:-:-:-:-

DEFINITION DE L'INTERFACE THERMIQUE
CARTOUCHE - FOUR SUR LE Puits DE CHALEUR

Après plusieurs essais de matériaux souples chargés ou non de particules conductrices de la chaleur, le choix final s'est porté sur un matériau présentant les caractéristiques suivantes :

- excellente moulabilité même en faible épaisseur
- bonne conductibilité thermique pour l'application considérée
- bonne adhérence au support sous réserve de respecter la procédure d'application
- haute résistance au déchirement
- faible coût et délai d'approvisionnement faible

Ce matériau est l'élastomère SILASTIC E RTV de DOW CORNING (diffusé par le Joint Français).

Bien que ce matériau ne soit pas qualifié pour une utilisation en ambiance spatiale classique, nous l'utiliserons pour cette application où le matériau se trouve en conteneur hermétique (four à gradients thermiques) et où sa surface libre est inférieure à 50 mm^2 et sa température maximale inférieure à 125°C .

Les essais effectués au CNES à Toulouse ont donné les résultats suivants :

Essai CNES n° 8-141

Perte de poids totale : 2,21 %

Perte de poids relative : 2,12 %

Condensable : 0,46 %

Nous donnons en annexe les caractéristiques du matériau choisi ainsi que sa procédure de mise en oeuvre.

Nous donnons ci-après la procédure finale pour l'application spécifique qui nous occupe.

PROCEDURE DE MISE EN OEUVRE DU SILASTIC E RTV
POUR REALISER LE JOINT D'INTERFACE THERMIQUE ENTRE
CARTOUCHE EXPERIMENTALE ET PUTTS DE CHALEUR

PROCEDURE MISE EN OEUVRE PAR L'EXPERIMENTATEUR -

Cartouche :

- 1) Exécuter à la surface du métal de la cartouche devant recevoir l'application de SILASTIC E RTV un décapage mécanique produisant une rugosité importante de la surface. Ce traitement pourra être obtenu par sablage grossier (rugosité $30 \mu m < Ra < 50 \mu m$).
- 2) Nettoyer la pièce avec le produit adéquat :

. pour l'acier inoxydable :	mélange ternaire	éther-alcool-acétone
. pour le niobium :	"	"
. pour le tantale :	"	"
- 3) Rinçage final dans l'alcool éthylique
- 4) Séchage à l'air chaud et stockage à l'abri des poussières
- 5) Appliquer le primaire d'adhérence 92023 suivant procédure Dow Corning 61-115-02 jointe

Moulage :

- 1) Déboucher les événements (éventuellement) du moule (voir plan CNES A1-123-00-000)
- 2) Nettoyage soigné des pièces métalliques constituant le moule avec le mélange ternaire
- 3) Rinçage à l'alcool et séchage à l'air chaud
- 4) Appliquer un agent de démoulage compatible avec le SILASTIC E RTV (voir procédure constructeur jointe 61-005B-02 - se méfier des applicateurs type pinceaux)
- 5) Laisser sécher ou sécher à l'air chaud.

Etuve :

- 1) Mettre l'étuve à chauffer jusqu'à 65°C.

.../...

Résine :

- 1) Préparer environ 10 cm^3 de résine + catalyseur dans un récipient stérile en suivant la procédure fabricant
- 2) Dégazer sous vide de 25 mm de mercure.

Application de la résine :

- 1) Appliquer soigneusement la résine à la spatule sur le moule (ép. $\sim 0,3 \text{ mm}$)
- 2) Appliquer soigneusement la résine à la spatule sur la gorge de la cartouche (ép. $\sim 0,2 \text{ mm}$)
- 3) Mettre les demi-coquilles du moule en place et les serrer jusqu'au contact avec le métal de la cartouche
- 4) Vérifier la position du moule (cf. plan CNES A1-123-00-000)
- 5) Mettre une heure dans l'étuve

Après une heure :

- 1) Démouler soigneusement
- 2) Trancher à la lame de rasoir les surplus de résine.
- 3) Etuver une heure à 65°C .

Tous les nettoyages suivants du joint ainsi réalisé seront effectués à l'alcool.

Informations relatives aux produits pour l'électricité et l'électronique



DESCRIPTION

Le primaire Dow Corning 92-023 est un primaire séchant à l'air, fourni sous forme d'une solution diluée dans l'heptane, de produits réagissant à l'action de l'humidité. Le primaire est un produit transparent spécialement conçu pour l'emploi avec les élastomères Sylgard® et autres produits dont la polymérisation fait appel à un mécanisme analogue.

EMPLOIS

Le primaire Dow Corning 92-023 est utilisé pour améliorer l'adhérence sur différents supports de l'élastomère silicone polymérisant par réaction d'addition à température ordinaire.

MODE D'UTILISATION

On obtient une liaison notablement plus résistante et plus uniforme sur la plupart des surfaces en traitant au préalable les surfaces métalliques et plastiques avec le primaire. Si l'on désire obtenir les meilleurs résultats, il convient de suivre le mode opératoire suivant pour tous les matériaux, à l'exception de l'élastomère silicone :

1. Nettoyer et dégraisser soigneusement la surface à l'aide d'un solvant chloré tel que le trichloréthylène et un tampon légèrement abrasif (tampon Scotch Brite N° 448 ou 447) ou bien une toile rugueuse non pelucheuse (étamine ou gaze).

2. Rincer à l'acétone ou au butanone pour débarrasser intégralement la surface des agents de nettoyage.

3. Lorsque l'agent de rinçage a séché, appliquer une couche de primaire Dow Corning 92-023 par trempage, à la brosse ou au pistolet.

PRIMAIRE DOW CORNING® 92-023

Type	Produits réagissant à l'humidité, dissous dans l'heptane
Forme	Solution diluée
Emplois	Améliore l'adhérence sur différents supports de l'élastomère silicone polymérisant par réaction d'addition à température ordinaire.

Dans la plupart des cas, une mince pellicule de primaire conduira à la meilleure adhérence. S'il apparaît des fissures dans le film qui subit un farinage, la pellicule appliquée est trop épaisse.

4. Dans des conditions normales de température et de pression, il faut laisser sécher le primaire à l'air pendant 60 à 90 minutes. Etant donné que le primaire est sensible à l'action de l'humidité, une hygroscopie faible exigera un temps de séchage prolongé. Le graphique figurant au verso servira de guide pour le séchage, encore que le temps de séchage requis par une surface donnée se détermine de préférence empiriquement par des essais.

5. Appliquer l'élastomère silicone Dow Corning RTV.

STOCKAGE

Le primaire Dow Corning 92-023 doit être conservé à une température inférieure à 32°C. Si l'on désire obtenir les meilleurs résultats, le produit doit être utilisé dans les 12 mois après réception.

Le primaire s'hydrolyse au contact avec l'humidité atmosphérique et une exposition prolongée à cette action réduit ou détruit intégralement son efficacité. Il faut conserver les récipients hermétiquement fermés et éviter de garder pendant très longtemps les récipients de primaire partiellement vide. Si nécessaire, on transvasera le primaire dans un récipient de capacité plus faible.

Il se forme une légère turbidité dans le produit pendant le stockage, mais ce voile n'indique pas nécessairement que l'efficacité du

SPECIFICATIONS

Densité (ASTM D 1298)	0,69-0,73
Produits non volatils (MIL S-8802 D)	5-9 %
Durée de conservation	12 mois

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES

Teinte	Transparent
Viscosité à 25°C	Inférieure à 1 mPa.s
Point d'éclair en vase fermé	— 4°C
Solvant	Heptane

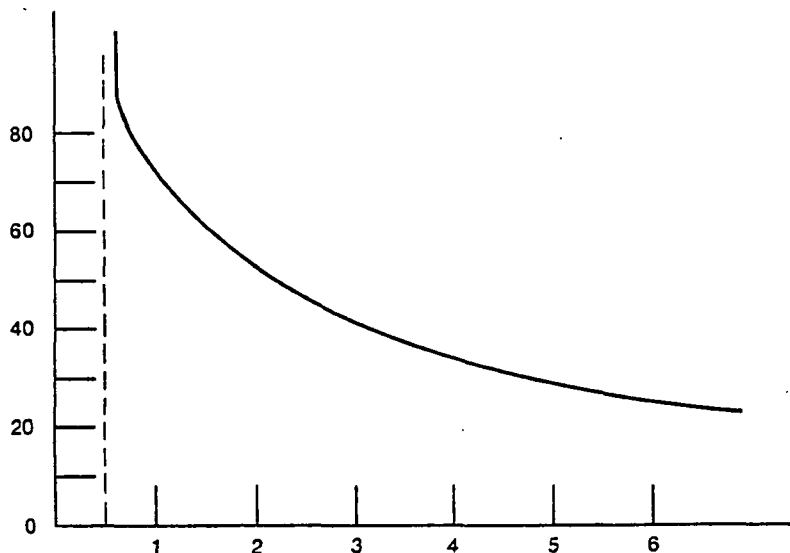
primaire se soit dégradée. Si l'hydrolyse est importante, il se produit une précipitation et le primaire prend alors un aspect laiteux. Dans ce cas, le produit doit être vérifié sur un panneau d'essai afin de déterminer s'il favorise encore l'adhérence. Si cette dernière est médiocre, il faudra rebuter le primaire. Après hydrolyse, le produit ne peut pas être récupéré et il contamine le primaire sain avec lequel on le mélange.

ATTENTION

Le primaire Dow Corning 92-023 est très inflammable. Il faut le conserver à l'écart des sources de chaleur et des flammes nues. N'utiliser qu'en présence d'une ventilation adéquate. En cas de contact avec l'épiderme ou les yeux, rincer abondamment à l'eau.

INFLUENCE DE L'HUMIDITE SUR LE TEMPS DE SECHAGE DU PRIMAIRE DOW CORNING 92-023

Axe vertical :
humidité relative, %



Axe horizontal :
temps de séchage, heures

Dow Corning International Ltd

Chaussée de La Hulpe 154 B^{te} 1 B-1170 Bruxelles Belgique Tél 673.80.60 Telex 22530



Royaume-Uni

Dow Corning Limited
Reading Bridge House
Reading RG1 8 PW Berkshire
Angleterre
Tél. 57251 Telex : 848340

Afrique du Sud

Dow Corning Africa (PTY) Limited
PO Box 152
Bedford View Transvaal, 2008
Tél. 53/6927-8-9 Telex : 87.893

Italie

Dow Corning S.p.A.
Viale Restelli 3/7 20124 Milan
Tél. 607 0351/2/3/4 Telex : 36279

République Fédérale d'Allemagne

Dow Corning GmbH
8000 Munich 50 Pelkovenstrasse 152
Tél. 089-14861 Telex : 521.56.24

Dow Corning GmbH
4 Düsseldorf Graf-Recke-Strasse 68a
Tél. 0211-68 33 56 Telex : 858.76.68

France

Dow Corning S.A.R.L.
Les Bureaux du Parc
36-38 Rue de la Princesse
78430 Louveciennes
Tél. 958 39 50 Telex : 695260

Nous nous sommes servis, pour les indications et les données figurant dans le présent bulletin, d'informations qui nous paraissent dignes de foi. Toutefois, il vous appartient de procéder vous-même à des essais approfondis, et de vous assurer de la bonne tenue en service de vos produits avant de les commercialiser. Quant aux suggestions relatives à l'utilisation de nos produits, elles ne doivent pas vous inciter à porter atteinte aux droits découlant de brevets dûment déposés.

Réseau commercial dans le monde entier.
Adresses complémentaires sur demande.

© « Dow Corning » est une marque déposée de Dow Corning Corporation.
© Copyright Dow Corning Corporation 1977. Tous droits réservés.

Documentation sur les produits pour la réalisation de moules



DESCRIPTION

L'élastomère Silastic® E RTV est un élastomère silicone sans solvant, destiné à la réalisation de moules souples. De couleur blanche, offrant une résistance élevée à la rupture et au déchirement, cet élastomère n'accuse pratiquement aucune retrait et présente un allongement particulièrement élevé. Il est fourni sous la forme d'un système à deux composants, résine de base plus catalyseur. Une fois le catalyseur incorporé, l'élastomère Silastic E RTV devient un matériau coulable pouvant remplir la moindre fissure et reproduisant les détails les plus fins. Après vulcanisation, sa résistance élevée en fait un matériau idéal pour la réalisation de moules souples aux formes les plus compliquées ou fortes contre-dépouilles et aux tolérances serrées.

MISE EN ŒUVRE

Préparation du modèle

Les modèles à reproduire devront être soigneusement nettoyés pour enlever toute trace de graisse, d'huile ou d'autres contaminants de surface. Certains contaminants parfois utilisés dans les opérations de confection de moules peuvent empêcher la polymérisation de l'élastomère Silastic E RTV. Prendre bien soin également de s'assurer que les coins, les fissures et les dépouilles sont débarrassés de toute poussière ou particules de corps étrangers. Si le modèle présente des dépouilles sinueuses ou des contre-dépouilles, il est recommandé de le nettoyer à l'air comprimé. Placer ensuite le modèle original ou la maquette dans un cadre léger fait de carton, de feuille métallique, de bois ou d'autres matériaux. Laisser un espace d'environ 6 mm sur tous les côtés, ainsi

MISE EN ŒUVRE DE L'ELASTOMERE SILASTIC® E RTV

L'élastomère SILASTIC E RTV est facile à employer. Une fois mélangé avec le catalyseur, il se présente comme un matériau coulable qui vulcanise en formant un élastomère très résistant à la fois à la rupture et au déchirement. C'est un produit idéal pour la réalisation de moules avec des détails compliqués. On peut prévenir tout problème d'inhibition en choisissant correctement la matière servant à réaliser le modèle.

PROPRIETES TYPES DE L'ELASTOMERE SILASTIC E RTV

(Ces valeurs ne sont pas destinées à l'élaboration de spécifications.)

En l'état :

Couleur — résine de base	blanc
catalyseur	incoloré
mélange	blanc
Teneur en éléments non volatils, %	98
Densité	1,12
Rapport base/catalyseur, en poids	10 : 1
Viscosité de la résine de base, poises	1.200

Après catalyse :

Viscosité du mélange, poises	600
Temps de travail *	2 heures
Temps de séchage	2+ heures

Après polymérisation :

Dureté Shore A, après 24 heures	30
après 7 jours	35-45
Résistance à la rupture, kg/cm ²	49
Allongement, %	400
Résistance au déchirement, kg/cm	16
Retrait linéaire, en pour-cent	
après 24 heures à 25°C	néant
après 7 jours à 25°C	0,1

* Temps nécessaire pour doubler la viscosité après catalyse. Aucune augmentation notable de la viscosité du mélange n'a été observée.

qu'au-dessus du modèle. Il est nécessaire de bien fixer le modèle sur le fond du cadre afin d'éviter tout déplacement.

Appliquer ensuite un agent de démoulage sur le modèle au chiffon, ou par pulvérisation. L'application d'une

légère couche d'agent démoulant sur les montants et sur la face intérieure du couvercle de votre cadre, facilitera le démoulage.

On peut réaliser un bon agent de démoulage pour modèles en incorporant 5 % de vaseline dans 95 %

de chlorure de méthylène. Utiliser pour cela un bain d'eau chaude, chauffer la vaseline jusqu'à l'état liquide, la verser ensuite dans le chlorure de méthylène pour un mélange facile sans séparation.

Mélange de la résine de base et du catalyseur.

Pour obtenir la meilleure polymérisation, utiliser pour le mélange de la résine de base et du catalyseur des récipients parfaitement propres qu'ils soient en verre, en métal ou en papier non-paraffiné. Le catalyseur et la résine de base sont mélangés juste avant l'emploi dans la proportion d'une part de catalyseur pour dix parts d'élastomère Silastic E RTV (en poids). Le mélange des deux composants s'effectue à la main ou dans un mélangeur mécanique. La contenance du récipient doit être d'environ quatre fois le volume du mélange préparé.

Dégazage sous vide.

Immédiatement après mélange de catalyseur et de la résine de base, mettre le mélange sous une cloche à vide permettant d'obtenir une pression de 25 à 50 mm de mercure. Sous l'action du vide, une expansion se produit et peut atteindre quatre à cinq fois le volume initial. Au bout d'une minute environ, les bulles d'air éclateront et le mélange reviendra pratiquement à son volume initial. Il suffira d'attendre encore 1 à 2 minutes pour achever le débullage, retirer à ce moment le mélange du vide et le produit est prêt à être coulé.

POLYMERISATION

La réaction se produisant entre la résine de base et le catalyseur entraîne la polymérisation de l'élastomère Silastic E RTV. Cette polymérisation nécessite 24 heures après catalyse à température ambiante. Ce produit n'est sensible ni à la réversion ni à la dépolymérisation, même sous

sévères conditions de hautes températures et de confinement. La vulcanisation peut être accélérée à chaud. Toutefois, cette accélération entraîne une augmentation du retrait de 0 à 0,3 %. Il suffira de 30 minutes à 65°C (150 F) pour faire prendre une pièce de 6 mm d'épaisseur. La vitesse de prise d'épaisseurs plus importantes dépendra naturellement de la dimension et de la forme de la pièce.

La vulcanisation ne pourrait être accélérée au cœur de la pièce tant que la masse totale n'aura pas atteint la température élevée désirée. Pour des épaisseurs de 6 mm, les temps moyens de prise à différentes températures sont indiqués ci-après :

Températures

F	C	Temps de prise
77	25	Moins de 24 heures
125	52	60 minutes
150	65	30 minutes
200	93	15 minutes
250	121	7 minutes
300	149	5 minutes

Inhibition

Durant le processus de polymérisation, une inhibition localisée de la polymérisation peut se produire à la surface de contact entre l'élastomère Silastic® E RTV et certains contaminants. Parmi les matériaux pouvant provoquer l'inhibition ou la neutralisation du catalyseur se trouvent les composés contenant du soufre et des sels organo-métalliques, tels que les élastomères organiques ainsi que de nombreux élastomères silicones RTV.

De même, les surfaces précédemment en contact avec tout matériau précité, peuvent également provoquer une inhibition. En cas de doute, il suffit de réaliser un essai de compatibilité en appliquant une petite quantité d'élastomère Silastic E RTV catalysé sur une petite zone de la surface à reproduire. Il y aura une inhibition si l'élastomère est toujours poisseux ou non-polymérisé après la période normale de polymérisation.

Nous vous indiquons ci-après une liste des matériaux qui ont été contrôlés pour leur compatibilité avec l'élastomère Silastic E RTV.

Inhibiteurs

Elastomères Dow Corning A, B, C, D
Tous les RTV de General Electric
sauf les séries 630 à 662
L'adhésif Dow Corning 282
L'argile Marblex
Polysulfide MIL S-8516
Epoxy à catalyseur aminé
Ruban cellophane Scotch
Ruban de masquage Permacel
Caoutchouc néoprène
Caoutchouc Buna N
Caoutchouc naturel
Chlorure de polyvinyle - plastifié
Epoxy Thermoset 619
avec durcisseur 619
Epoxy Thermoset 200
avec durcisseur EL 869
Epoxy Maraset 656
avec durcisseur 656
Couleurs à l'huile Sherwin Williams
Résine polyester Laminac

Compatibles

Cire en plaques et en cordons
Kindt-Collins
Cire en plaques et en cordons
Compagnie Freeman Supply
Argile Permaplast X 33
Klean Klay no. 20
Gypse U.S. — Hydracal
Epoxy à catalyseur Anhydride
Réapoxy - 77 avec durcisseur A
Mastic à l'eau Durham's Rock Hard
Pierre Vel-mix
Polyester PolyLite 32 - 180
Polyester PolyLite 32 - 112
Polyester PolyLite 93 - 541
Polyester PolyLite 34 - 843
Mastic à l'eau Schalk
Email pulvérisable Pratt & Lamberts
Bois plastifié - Boyle Midway
Epoxy Thermoset 609
avec durcisseur 609
Argile de modelage Polyform

DOW CORNING

DOW CORNING

DOW CORNING INTERNATIONAL LTD.
CHAUSSÉE DE LA HULPE 154, Bte 1
B - 1170 BRUSSELS, BELGIUM
Tel. 573 80 60
Telex : 22530

DOW CORNING LIMITED
Reading Bridge House,
Reading RG1 8PW, Berkshire
ENGLAND
Tel. 57251 Telex : 848340

DOW CORNING GmbH
1105 Wien, Mariahilferstrasse 180/4
AUSTRIA
Tel. 83.85.38 Telex : 13.084

DOW CORNING AFRICA (PTY) LIMITED
P.O. Box 152,
Bedford View, Transvaal, 2008
SOUTH AFRICA
Tel. 53/6927/8/9
Telex : 87.893

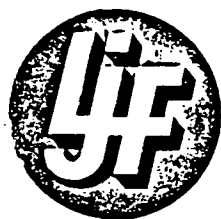
DOW CORNING GmbH
8000 München 50, Pelkovenstrasse 152
GERMANY
Tel. 089-14861 Telex : 521.58.54

DOW CORNING GmbH
4000 Düsseldorf Emanuel-Leutze Strasse 1
GERMANY
Tel. : 0211-59 30 06 Telex : 03.587 668

DOW CORNING S.A.R.L.
Les Bureaux du Parc
36-38, rue de la Princesse, 78430 Louveciennes
Tel. 958 39 50 Telex : 695 260

DOW CORNING S.p.A.
Viale Restelli 3/7, 20124 Milan
ITALY
Tel. 607 0351/2/3/4
Telex : 36.279

Impta/2M/08.77



le joint français

**mastics
silicones**

DOW CORNING

Les mastics silicones et fluorosilicones Dow-Corning trouvent de nombreuses applications dans les industries aéronautiques et annexes. Ces mastics se présentent sous forme pâteuse ou fluide, en monocomposants ou bicomposants.

Les propriétés
générales des mastics
silicones et
fluorosilicones sont :

Facilité de mise en œuvre.
Flexibilité de -70°C à $+260^{\circ}\text{C}$.
Résistance à l'humidité, l'ozone, les ultraviolets.
Grande stabilité et inertie chimique.
Excellentes propriétés diélectriques.
Basse conductivité thermique.
Hydrophobie remarquable.
Résistance aux carburants et solvants pour les fluorosilicones.

Agence de TOULOUSE

244, rte de Seysses
31023 TOULOUSE
Tél. (61) 40.11.00
Télex 510075

Guide de sélection

Ce tableau permet de faire un premier choix mais les applications étant très variées, nos services techniques peuvent vous aider à résoudre vos problèmes particuliers.

APPLICATIONS	MONOCOMPOSANTS		BICOMPOSANTS
	ACÉTIQUES	NEUTRES	
Mastic adhésif, usage général Collage de garnitures	140-731-732 734-733-730	738-3 145	93 076
Réalisation de moules de faible épaisseur Réalisation de moules souples	732-734	3 145-738	Silastic E-Sylgard 186 3 110-3 112-3 120
Enrobage de câbles, remplissage Boîtiers électriques, connecteurs		738-3 145 61 104	Silastic E- 3 110-3 112-3 120 9 161-93 500
Étanchéité et collage de pare-brises - hublots	732-734-140-731		93 076
Matériaux ablatifs Protection thermique	731	3 145	Silastic E - 93 118-93 104 90 006-93 058-93 076-3 120
Joints d'étuve de fours	732-731	3 145-738	
Réparation et assemblage de réservoir	733-730	94 031	94 529-94 531
Réparations joints moteurs	731-732-733-730	3 145	
Tenue haute température 300 °C		3 145	3 120
Haute résistance déchirement		3 145	Silastic E- Sylgard 186 94 529-93 076
Résistance aux carburants, huiles-solvants (fluorosilicones)	733-730 94 002	94 031	94 529-94 531
Matériaux à volatilité contrôlée pour utilisation spatiale		61 104	93 500

DOW CORNING

bicomposants

Silicones

Silicones

Réaction d'addition

Propriétés			Unités	Méth. d'essais ASTM N°	93 104	93 118	93 500	SILASTIC 110	SYLGAR 118
					gris	noir	incolore	blanc	incolore
Couleur									
Viscosité à 25 °C	Poises		D 445		2000 à 4000	5 500	80	600	450
Extrusion à 6 kg/cm ² par diamètre = 3,2 mm	g/mn								
Densité à 25 °C			D 792		1,47	0,89	1,08	1,12	1,12
Délai de conservation (8)	mois				9	3	6	6	6
Durée d'utilisation à 25 °C (1)	heures				3	8	1	2	2
Durée et température Polymérisation	h/°C				24/25	24/25 ou 2/80	24/25	24/25 ou 1/2/65	24/25 ou 4/65
Températures d'utilisation	°C				-65 à +210	-60 à +260	-65 à +200	-60 à +210	-65 à +250
Conductibilité thermique de 25 °C à 100 °C	cal/cm ² -sec. °C/cm		Cenco-Fitch		8,3 × 10 ⁻⁴	3,6 × 10 ⁻⁴	3,5 × 10 ⁻⁴	13 × 10 ⁻⁴	
Autoextinguible			D 635				oui	non	oui
Coefficient de dilatation cubique de 25 °C à 100 °C	cc/cc °C				1,4 × 10 ⁻⁴				
Chaleur spécifique à 25 °C	cal/gm °C				0,28	0,32			
Protection contre la corrosion			MIL-S-23 586						
Résistance à la rupture	kg/cm ²		D 412		15,50	21	56	49	50
Allongement	%		D 412		55	250	110	400	420
Dureté, Shore A			D 676		72		46	40	32
Résistance au déchirement	kg/cm		D 624		5,4	9		16	16
Point de fragilité	°C		D 97/D 746		-65	-60	-85	-60	-60
Polymérisation en section épaisse					oui	oui	oui	oui	oui
Résistance à l'arc	secondes		D 495						
Constante diélectrique à 100 Hz			D 924/D 150				2,75		3,01
1 MHz			D 924/D 150				2,73		3,0
Tangente de l'angle de pertes			D 924/D 150				0,0011		0,009
à 100 Hz/1MHz			D 924/D 150				0,0013		0,001
Rigidité diélectrique	kV/mm (volts/mils)		D 877/D 149				23 (570)		23 (570)
Résistivité transversale	ohm-cm		D 1 169/D 257				6,9 × 10 ¹³		2 × 10 ¹³
Conditions 1	Flux thermique = 40 BTU/Ft ² . s (440 kW/m ²)				100	17		36	
	Angle de la flamme et de l'échantillon 20 °				32,0	64		51,6	
Conditions 2	Flux thermique = 260 BTU/Ft ² . s (ou 2 900 kW/m ²)				139	45		28	
	Angle de la flamme et échantillon 90 °				22	40		35	
Conditions 3	Flux thermique = 700 BTU/Ft ² . s (7 700 kW/m ²)				13				
	Angle flamme et échantillon 45 °								
Conditions 4	Flux thermique = 760 BTU/Ft ² . s (8 800 kW/m ²)				57				

Propriétés Physiques

Propriétés Mécaniques

Propriétés Électriques

Propriétés Abusives

Choix d'un primaire d'adhérence

Les mastics silicones et fluorosilicones nécessitent le plus souvent l'usage d'un primaire pour améliorer l'adhérence. Les renseignements rassemblés dans ce tableau tiennent compte des essais effectués en toute bonne foi, mais n'impliquent aucun engagement de notre part. Ce tableau est un guide et nous recommandons d'effectuer des essais préliminaires dans tous les cas.

Un bon dégraissage à l'acétone et parfois une légère abrasion préalable sont nécessaires.

Il est très important de permettre aux primaires de sécher à l'air au minimum de 30 à 90 mn avant d'appliquer le mastic.

SUBJECTILE	MONOCOMPOSANTS		BICOMPOSANTS	
	Acétique	Neutre	Condensation	Addition 2
Acier-fer-fonte	1 200	1 200 ou 1 201	1 200	<u>92 023</u>
Acier inox	1 200	1 200	1 200-1 204	<u>92 023</u>
Aluminium	1 200	1 200	1 200 ou 1 204	<u>1 200-92 023</u>
Cuivre	non recommandé	1 200	1 200	<u>92 023</u>
Zinc et surfaces étamées	1 200	1 201	1 200	<u>92 023</u>
Bois	1 200	1 200		
Verre	non nécessaire	1 200	1 200	<u>92 023</u>
Matière thermoplastique thermodurcissable	1 200	1 204	1 200 ou 1 204	<u>92 023</u>
Polyéthylène	1 200	non recommandé	non recommandé	non recommandé
Élastomère - silicone	1 200	1 200-1 204	1 200	<u>92 023</u>

A N N E X E 6

INTERPRETATION DE LA SPECIFICATION
CONCERNANT LE TAUX D'EVAPORATION

-:-:-:-:-:-:-:-

INTERPRETARIAT DE LA SPECIFICATION
CONCERNANT LE TAUX D'EVAPORATION

Cf. : Note n° 062 CT/SC/MB révision 1 de Décembre 1978
"Gradient Heating Facility" Experiment Cartridges
page 20 paragraphe 2.4.2.1.

La spécification indique que "l'épaisseur du matériau évaporé à la surface de la cartouche devra être inférieure à 10^{-1} nm par heure de fonctionnement à la température maximale (température nominale + 50°C), la pression dans le four étant inférieure à 10^{-3} Pa".

Pour savoir si l'on respecte la spécification, il convient de vérifier quel est le taux d'évaporation à l'endroit où la température est la plus élevée, compte tenu de ce qui a été dit précédemment.

On utilise la formule de Lauguir :

$$W \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} = \frac{P_{(\text{torr})}}{17,14} \sqrt{\frac{M}{T}}$$

W = masse du matériau évaporé en grammes par seconde et par cm^2

M = masse atomique

T = température absolue

17,14 = facteur de correction des unités

P = pression de vapeur saturante à la température T

L'épaisseur évaporée est :

$$e = \frac{W}{S \cdot \rho}$$

S = surface

ρ = masse volumique

.../...

Prenons le cas du Pyrad 49 D utilisé à 800°C. Le Pyrad 49 D est composé de :

- chrome : 20/23 %
- fer : 17/20 %
- molybdène : 8/10 %
- nickel : complément

On suppose que la répartition des composants est respectée à la surface, on a des pressions de vapeur saturantes :

- pour le chrome à $(800 + 50 + 273)^\circ\text{K}$: $P = 2.10^{-8}$ torr
- pour le fer à 1123°K : $P = 3.10^{-9}$ torr
- pour le nickel à 1123°K : $P = 5.10^{-10}$ torr
- pour le molybdène à 1123°K : $P = 10^{-11}$ torr

On calcule l'épaisseur évaporée en une heure :

pour le chrome :

$$e_{1123^\circ\text{K}} = \frac{1}{7,2} \times 0,23 \times \frac{2.10^{-8}}{17,14} \sqrt{\frac{52}{1123}} \times 3600 = 2,89 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$$

$$e = 2,89.10^{-10} \text{ m}$$

On s'aperçoit que l'on dépasse la spécification d'un facteur 3 environ !

Pour le fer et le nickel, il est évident que la spécification est tenue sans difficulté. On aurait donc intérêt à travailler avec du nickel pur dans cette gamme de température.

Pour l'utilisation à la température la plus élevée envisagée ($1200^\circ\text{C} + 50^\circ\text{C}$) et si l'on prend le niobium pur, on a :

- pression de vapeur saturante à 1523°K : $P < 10^{-11}$ torr

$$M = 93$$

On voit que l'on respecte largement la spécification.

A N N E X E 7

INSTRUCTION DE CABLAGE DE
LA "TETE DE LA CARTOUCHE"

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE -
SOUS DIRECTION PROJETS ET RECHERCHE TECHNIQUE
DIVISION QUALITE-PHYSIQUE-ENERGIE
Département FIABILITE-TECHNOLOGIE

Toulouse, le 8 mai 1979

79/PRT/QPE/FT/97

15 MAI 1979

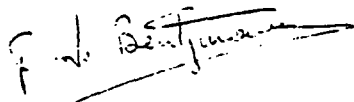
NOTE TECHNIQUE

PROJET : FOUR GHF

OBJET : Instruction de câblage de la "TETE DE LA CARTOUCHE"

-:-:-

le rédacteur,



F. DE BENTZMANN

le Chef du Département
FIABILITE - TECHNOLOGIE



F. LINDER

Diffusion :

CT/SC/MP (M. CAMBON - 3ex)

CT/SC/SL (M. AUGOYARD)

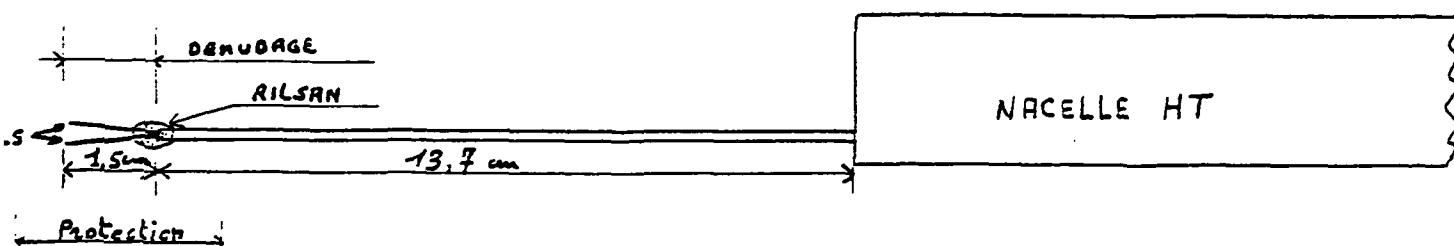
PRT/QPE/QF (M. CAUMONT)

PRT/QPE/FT - 3 ex

INTRODUCTION -

La nacelle HT sera livrée équipée de ses thermocoax (3).
Ceux-ci devront être présentés :

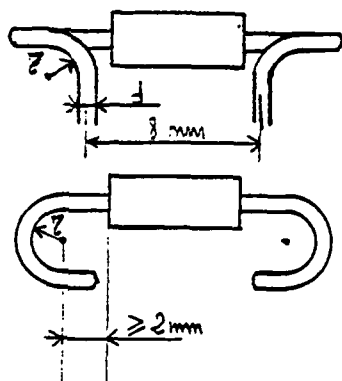
- longueur déterminée (totale : 15,2 cm)
 - extrémité dénudée $\approx 1,5$ cm
 - blindage étanché (goutte de Rilsan)
 - polarité d'un fil repérée (point de couleur sur Rilsan près du fil +)
 - protection des fils assurée
- } suivant procédure
SODERN



Nota : Cette instruction a été établie pour les thermocoax avec fils chromel/Alumel et avec gaine acier-inox. Pour tout autre type de thermocoax seuls les §3 et 6 devront faire l'objet d'éventuelles modifications.

1. PRE-CABLAGE DU CONNECTEUR 9P CANNON (isolant équipé de contacts à souder)

>2d

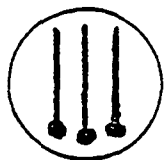


- équiper le connecteur de sa contre-prise (9S CANNON)
- gratter au scalpel les petites protubérances (6) autour de l'isolant
- mettre en forme la Résistance de Limitation en respectant les critères de mise en forme ci-contre (utiliser une pince ronde gainée de diamètre de bec approprié).
- placer le connecteur et sa contre-prise dans un petit étau de câblage
- souder la Résistance entre les contacts 6 et 9
- préparer des portions de 0,5cm de longueur de fil de cuivre étamé ou argenté de $\varnothing 0,8$ et les étamer au bain.
- souder ces portions de fils dans les fûts n° 1, 2, 4, 5, 7 et 8 (voir plan de câblage)
- câbler s'il y a lieu (voir plan de câblage) un fil souple dans le fût n° 3.
Ce fil sera crocheté sur une cosse de masse fixée au niveau des gaines thermocoax.
- procéder au nettoyage des différents points soudés à l'aide de Flugène MA (au pinceau).
- sécher à l'air chaud.

.../...

Précaution indispensable sur toutes les opérations ci-après - Toute manipulation de la nacelle HT sera faite avec des gants de coton

2. MISE EN FORME DES THERMOCOAX -



Le cercle de \varnothing 13mm intérieur débutera à environ 1cm de l'extrémité de la nacelle. Le diamètre externe sera \leq 15mm. Ces boucles seront effectuées dans le plan de symétrie de la nacelle.

3. PRE-ETAMAGE DES FILS DES THERMOCOAX -

- enlever la protection sur les fils
- nettoyer ceux-ci à l'aide d'un papier abrasif (grain 600) dans le sens longitudinal
- vérifier le marquage de polarité des fils (chromel + n'est pas attiré par un aimant)
- étamer les fils au fer à souder 330°C avec le flux d'apport ALPHA 90 en évitant de mettre en contact le flux et le Rilsan. Recommencer l'opération jusqu'à ce que les deux brins soient correctement étamés
- nettoyer au pinceau trempé dans du Flugène AE en orientant les fils vers le bas et étant en appui sur un Kleenex
- sécher à l'air chaud.

.../...

4. PREPARATION DE L'INTEGRATION -

- démonter la partie extrême de la tête de cartouche couvercle et partie A (plan annexe 2)
- passer les trois thermocoax dans leur trou respectif de la partie B. Veillez à ne pas abimer les fils en cours de cheminement
- monter définitivement à l'aide de la clavette cette partie intermédiaire de la tête, sur la nacelle HT
- monter le connecteur précâblé dans la partie extrême de la tête (partie A)
- serrer les vis de maintien de la bride sur le connecteur*
- monter cette partie (A) en passant les thermocoax par leur trou respectif. Même précaution au niveau des fils que précédemment
- serrer les vis au couple*

5. DERNIERE MISE EN FORME DES THERMOCOAX -

- Cette mise en forme sera effectuée à l'aide d'une pince gainée. Une attention particulière sera demandée de façon à ce que les polarités des fils soient bien orientées après cette mise en forme. (Le fil repère + arrive bien en face du fût du connecteur correspondant) (liste de câblage)
- l'extrémité des deux thermocoax extrêmes dépassera légèrement la bride de tenue mécanique (voir plan Annexe 2). Seul le thermocoax central sera légèrement plus long et dépassera et un peu plus haut le fût n° 3 du connecteur (voir plan).

* les couples de serrage seront notés sur le plan de câblage.

- les trois thermocoax étant positionnés, fixer la bride et serrer les vis au couple.*
- mise en forme des fils thermocoax sur les petits fils soudés dans les fûts. Celle -ci se fera sous binoculaire à l'aide d'une precelle gainée.
Enrouler les fils en 2 ou 3 spires non jointives.
Tous les fils étant enroulés revérifier la correspondance des polarités fils et fûts.

6. SOUDAGE DES THERMOCOAX -

- le soudage des thermocoax sera effectué sous binoculaire avec un fer à panne fine et réglé à $\approx 220^{\circ}\text{C}$. Cette opération devra être rapide pour éviter un réchauffement notable de la soudure du joint réalisé initialement.
- nettoyer au pinceau à l'aide de Flugène MA en penchant légèrement l'ensemble de la cartouche vers le bas.
- sécher à l'air chaud.
- *rincer à l'alcool éthylique*

7. MONTAGE DU COUVERCLE -

- vérifier le marquage du couvercle puis le monter sur la tête
- serrer les vis au couple.*

* les couples de serrage seront notés sur le plan de câblage

CONTROLES TECHNOLOGIQUES -

Ils seront effectués sous binoculaire à la fin des opérations dont les références sont les suivantes :

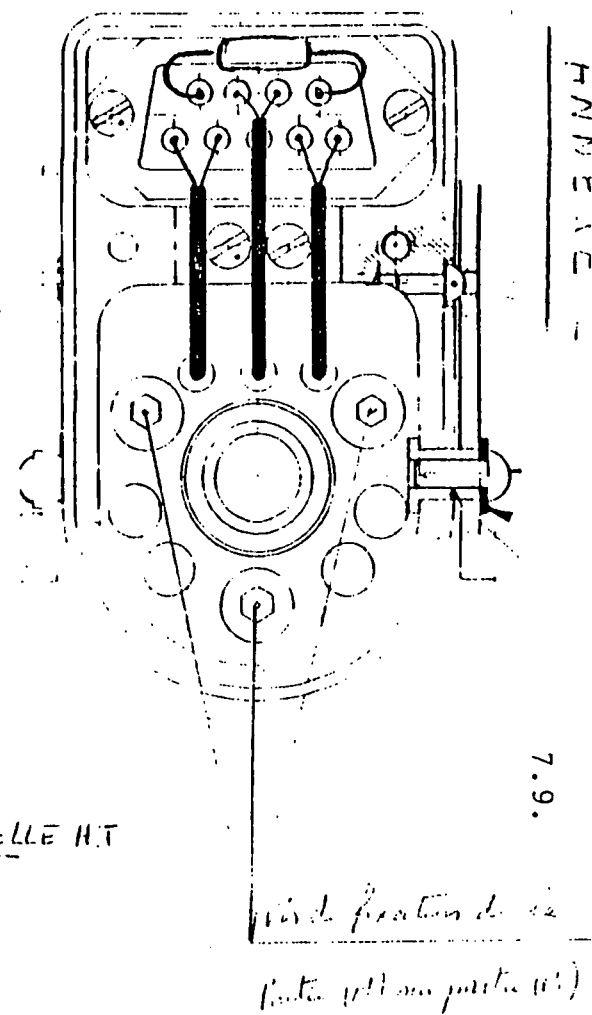
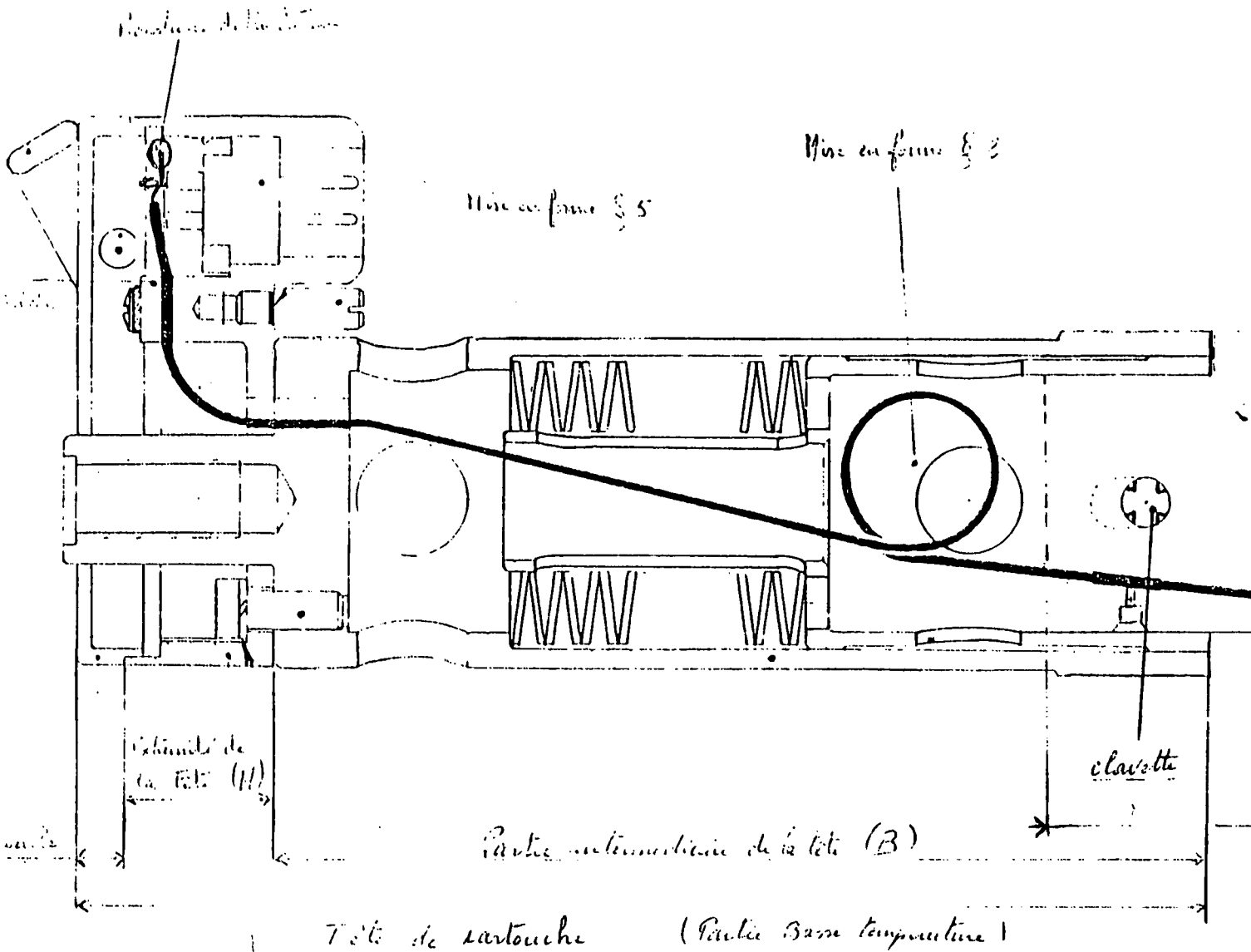
- opération §1
- opération §2
- opérations §3 après vérification de polarité et à la fin
- opération §4
- opération §5
- opération §6
- contrôle d'aspect général final (après opération 7).

A N N E X E 1 -----

MATÉRIEL ET PRODUITS UTILISÉS -

- 1) Fer à souder Weller panne normale T° d'utilisation 320°
- 2) Fer à souder Weller panne fine T° d'utilisation 220°
- 3) Pince à becs ronds gainés (pour mise en forme)
- 4) Pince plate
- 5) Pince coupante
- 6) Soudure 60/40 flux incorporé 381 (RMA)
- 7) Flux d'apport Alpha 90 (flux hautement activé)
- 8) Produits de nettoyage (flugène) AE
MA
- 9) Alcool éthylique

Vue intérieure.
(Couvercle enlevé.)



COMPLEMENTS CONCERNANT LES THERMOCOUPLES
PLATINE - PLATINE RHODIE 10 %

Lors des essais de câblage effectués au C.N.E.S. sur des thermocouples thermocoax platine - platine rhodié 10 % ayant déjà subi des cyclages thermiques, il est apparu qu'il était pratiquement impossible d'effectuer correctement une liaison électrique avec la prise électrique.

Il semble donc préférable que les expérimentateurs utilisent des thermocouples thermocoax réduits et prolongés par un câble de compensation qui lui, serait beaucoup plus facile à câbler.

La Société SODERN est susceptible de pourvoir fournir ce type de thermocouple. Les expérimentateurs trouveront en annexe une fiche technique concernant les différentes possibilités d'utilisation des thermocouples thermocoax platine - platine rhodié.



estec (europaean space research and technology centre)

memorandum

ref.: TOM/MDJ/172/is

Noordwijk, 1979.02.21

from/de: TOM (M.D. Judd)

to/a : Mr. W. Geist - ESA SPICE

c.c. : TOM, TQS (Mr. Di Palermo)

Subject: Cleaning agents for FSLP.

We have recently received several requests from various Experimenters as to what cleaning agents may be used during equipment manufacture. In order to avoid possible problems in this area it is considered worthwhile to identify certain points.

1. Certain organic materials, namely carbon tetrachloride, chloroform, methylchloroform and trichloroethylene have been given very low MAC values by NASA. We have already felt the consequences of this on the VINIEN CAMERA. Therefore Experimenters should be advised to avoid wherever possible, the use of these materials if their Experiment is inside the Spacelab Module or Airlock. If their usage cannot be avoided then units cleaned with these materials must be heat treated afterwards to remove any residues. It would also be worthwhile for a check to be made on sample coupons cleaned this way to ensure this complete removal (done recently for EMIR).

ACTION Cleaning is a critical stage in any process involving adhesive bonding. Simple immersion techniques are in general insufficient to prepare the adherend, vapour phase cleaning is to be preferred. For this Freon/Arklone type cleaning agents are an excellent choice.

Certain cleaning agents are known to be incompatible with other materials. Acetone, for instance, will attack a large number of plastic materials and its use is not recommended. It may be used for metallic materials but its removal afterwards must be ensured. Methyl alcohol should not be used in contact with titanium alloys since it may lead to stress corrosion.

The enclosed table gives a general guide to the compatibility of various solvents with non-metallic materials. Group 4 is essentially the compounds referred to in paragraph 1. However, it should be remembered that this table is only a generalisation and therefore the Experimenter is advised to check for himself the compatibility of any cleaning agent he wishes to use.

M.D. Judd

M.D. Judd,
Materials Section,
Product Assurance Division.

Encl.

COMPATABILITY DATA OF VARIOUS SOLVENTS WITH MATERIALS

++ VERY GOOD
 + AVERAGE GOOD/BAD
 - VERY BAD
 ? NOT KNOWN

SOLVENT MATERIALS	1	2	3	4	5	6	7	8
	ALIPHATIC	AROMATIC	ETHERS, KETONES	CHLORINATED SOLVENTS	TRICHLOROTRI- FLUOROETHANE	ALCOHOLS	STRONG ACIDS	STRONG BASES
POLYVINYLCHLORIDE (PLASTICISED)	++	--	--	--	+	--	++	++
POLYVINYLCHLORIDE (HARD)	++	+	+	++	++	-	++	++
POLYETHYLENE	--	--	--	--	++	++	++	++
POLYSTYRENE	--	--	--	--	++	++	--	++
POLYCHLOROTRIFLUOROETHYLENE	++	++	++	-	+	+	++	--
POLYESTER	++	++	++	++	-	?	--	-
EPOXY	++	++	++	++	++	?	+	++
POLYVINYLIDENE FLUORIDE	++	++	+	++	++	++	--	--
CHLORINATED POLYETHER	++	++	+	+	+	?	++	++
FURAN	++	++	++	++	++	?	+	++
POLYMETHYL METHACRYLATE	--	--	--	--	?	--	--	?
POLYCARBONATES	++	--	-	--	++	?	?	-
POLYAMIDES	++	++	+	++	++	++	+	+
POLYPHENYLENE OXIDES	++	--	-	--	?	?	+	+
POLYSULPHIDES	++	-	-	--	?	?	++	++
VINYL ESTERS	++	--	--	--	?	?	+	++
POLYURETHANE (PAINT)	++	--	--	--	++	+	?	?
PHENOLIC	++	++	?	++	++	?	++	++
POLYTETRAFLUORETHYLENE (PTFE)	++	++	++	++	++	++	++	++
FLUORETHYLENE PROPYLENE (FEP)	++	++	++	++	++	++	++	++
SILICONE ELASTOMER	--	--	-	--	-	++	++	?
ETHYLENE PROPYLENE	--	--	+	--	?	+	+	?
BUTADIENE STYRENE	-	--	?	?	?	++	?	?
CHLOROSULPHONATED POLYETHYLENE	+	--	-	--	?	++	+	?
POLYCHLOROPRENE	+	--	-	--	?	++	+	?
POLYETHYLENE FLUOROCARBON POLYETHYLENE	++	+	?	++	+	++	++	?
ACRYLATE ESTER POLYETHYLENE	++	--	?	--	+	--	--	?
BUTADIENE ACRYLONITRILE	++	--	?	-	+	++	?	?
POLYETHYLENE								

A N N E X E 8

P L A N N I N G

-:-:-:-:-

